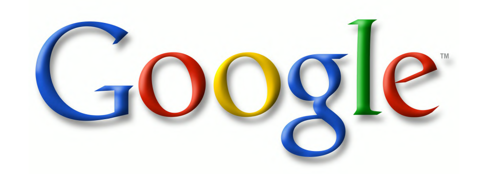
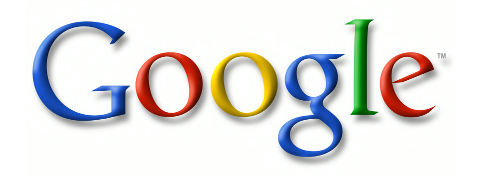





Stanford University Libraries
3 6105 000 642 822





ANNALEN

DER

PHYSIK.

HERAUSGEGEBEN

VON

LUDWIG WILHELM GILBERT

DR. D. PH. U. M., ORD. PROFESSOR D. PHYSIK ZU LEIPZIG, MITGLIED D. KÖN. GES. D. WISS. ZU HAARLEM U. ZU KOPENHAGEN, DER GES. NATURF. FREUNDE IN BERLIN, DER BATAV. GES. D. NATURK. ZU ROTTERDAM, D. ÖKONOM. GESS. ZU LEIPZ. U. ZU POTSDAM, U. D. PHYS. GESS. ZU ERLANG., GRÖNING., HALLE, JENA, MAINZ U. ROSTOCK; UND CORRESP. MITGLIED D. KAIS. AKAD. D. WISS. ZU PETERSBURG, DER KÖNIGL. AKADEMIEEN DER WISS. ZU BERLIN U. ZU MÜNCHEN, UND DER KÖNIGL. GES. D. WISS. ZU GÖTTINGEN.

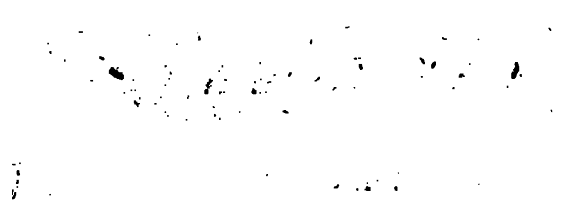
EIN UND FUNFZIGSTER BAND.

NEBST SECHS KUPFERTAFELN.

LEIPZIG,

BEI JOH. AMBROSIUS BARTH

1815.



Inhalt.

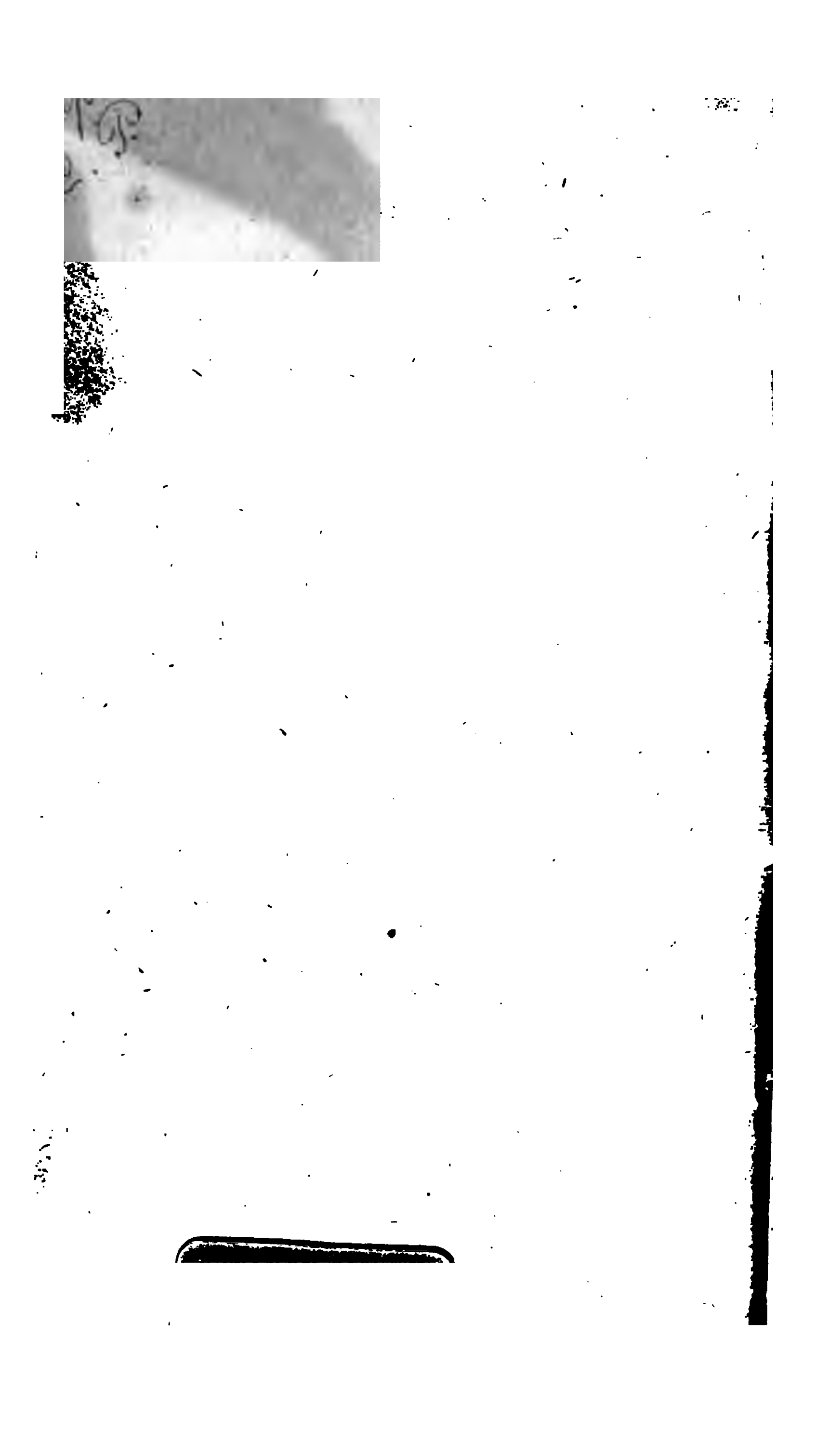
Jahrgang 1815. Band 3.

Erstes Stück.

Zweites Stück.

Drittes Stück.

Viertes Stück.



ANNALEN DER PHYSIK.

JAHRGANG 1815, NEUNTES STÜCK.

I.

Versuch einer Naturgeschichte und Physik der Wolken,

von

Lukas Howard, Esq., zu Plaistow bei London;

Frei bearbeitet von Gilbert.

Herr Lukas Howard bewohnt ein Landhaus zu *Plaistow*, 5 engl. Meilen östlich von London, auf das er schon vor länger als 12 Jahren ein meteorologisches Observatorium (ein ringsum mit Fenstern versehenes Kabinet) gesetzt hatte, von welchem aus alles zu übersehn ist, was am Himmel für den Meteorologen Merkwürdiges vorgeht. Er scheint sich vorzüglich die Wolken zu dem Gegenstande seines Studiums gewählt zu haben. Einen Aufsatz über die Modificationen der Wolken, worin die verschiednen Arten der Wolken nach naturhistorischer Weise von ihm beschrieben werden, und worin er für sie Kunstnamen, die er aus dem Lateinischen entlehnt, in Vorschlag gebracht hat, habe ich den Lesern dieser Annalen bereits im Jahrgang von

1805 St. 10 (B. 21. S. 137 f.) mit einigen Bemerkungen des Herrn Pictet mitgetheilt, ſo weit als es in der *Bibl. britann.* übertragen worden war. Hrn. Howard's Ideen über das Entſtehn, das Beſtehen und das Vergehen dieſer Wolken-Modificationen lieferte die Bibl. britann. erſt ſieben Jahre ſpäter, nämlich im Jahrg. 1812. Indeſs hatte Hr. Howard ſeinen Auſſatz für Dr. Rees's Neue Encyklopädie, Artikel *Clouds*, aufs Neue umgearbeitet, und da die Meteorologen in England ſich jetzt häufig der Howard'ſchen Namen und Anſichten bedienen, und Hr. Howard ſelbſt ſeit einiger Zeit die vorzüglichſten phyſikaliſchen Zeitſchriften in England monatlich mit ſeinen meteorologiſchen Beobachtungen verſieht, ſo gewinnt ſeine Umarbeitung auch für uns ein neues Intereſſe. Ich lege ſie daher dem Leſer hier vor, nach meiner freien Bearbeitung des Abdrucks, welchen ich in Nicholſon's *Journal* 1811 davon gefunden habe.

Gilbert.

Eine *Wolke* iſt eine ſichtbare Anſammlung *(aggregate)* von kleinen Waſſertropfen, welche in dem Luftkreiſe ſchwebt. Daſſelbe Aggregat wird *Nebel* genannt, wenn man es von der Erde oder dem Waſſer aufſteigen ſieht *(miſt)*, oder wenn es den Beobachter umhüllt und bedeckt *(fog)*. Sieht man den Nebel von einer Höhe herab, oder in bedeutender Entfernung, ſo hat er ganz das Ausſehn von Wolken; Wolken dagegen erſcheinen, wenn man ihnen nahe kömmt, oder von ihnen umhüllt wird, als Nebel und Dunſt. Ich glaube daher, man müſſe in der Phyſik den Namen *Wolke* auch auf den

Nebel ausdehnen, und damit allgemein jede solche Aggregation bezeichnen, welches auch ihre Lage sey.

Eine Menge von Beobachtungen haben auf die Folgerung geführt, daſs die Theile, aus welchen eine Wolke besteht, stets mehr oder weniger elektrisch sind. Mehrere vortreffliche Physiker haben zwar die Lehre aufgestellt, daſs die Theilchen der Wolken hohle Bläschen sind, die, wenn sie platzen, zusammen rinnen und als Regen herabfallen sollen; die Meteorologie scheint indeſs, in ihrem jetzigen Zustande, diese Bläschen-Hypothese entbehren zu können, da offenbar Theilchen, wenn sie die Bläschen-Gestalt haben, nicht leichter in der Luft, als Wassertropfen, schwimmen. In der That sinken sie in der Luft stets herab, und das Wasser kann allein dadurch wieder angehoben werden, daſs es sich in unsichtbaren Dampf verwandelt.

1.

Die Naturgeschichte der Wolken.

Seitdem man sich allgemein genauer Instrumente bedient, um die Veränderungen zu beobachten, welche in der Dichtigkeit, der Temperatur, der Feuchtigkeit und der Electricität der Atmosphäre täglich vorgehn, sind unsere Kenntnisse von der Beschaffenheit und den Eigenschaften des Luftkreises sehr erweitert worden. Dennoch sind die jetzigen Physiker keine bessere Wetter-Propheten, als die früheren, und stehn in der Kunst, die Wit-

terung vorherzusagen, noch immer den Schäfern, den Landleuten und den Schiffern nach, die, ohne sich um die Ursachen zu kümmern, durch Tradition und Erfahrung gelernt haben, gewisse Erscheinungen des Himmels mit gewissen herannahenden Wetter-Veränderungen in Verbindung zu setzen, von welchen sie der Anfang oder das Fortschreiten sind, das zu einer Zeit sichtbar wird, wenn die Ursache noch entfernt ist. Unstreitig würde die Wissenschaft der Meteorologie von der Vereinigung dieser beiden Arten von Kenntnissen grofsen Nutzen ziehn, und es dürfte für sie eben so wichtig seyn, als es die Vervollkommnung der meteorologischen Instrumente ist, wenn man den alten, jetzt von den Physikern allzu sehr vernachlässigten, unter dem Volke verbreiteten Zweig derselben, der sich allein auf Erscheinungen in der Natur gründet, zu seiner wahren Würde erheben könnte. Mit Ausnahme der Veränderungen des Windes, einiger Anzeigen von Nässe und Trockenheit, und einiger andern weniger bedeutenden, beruht er ganz auf die Erzeugnisse der Zersetzung des Wasserdampfs, welche eine gewisse Zeit lang in der Atmosphäre blos verbreitet schweben bleiben. Es war meine Absicht, als ich die folgende *systematische Nomenclatur* und *Naturgeschichte* der Wolken niederschrieb, der weitläufigen Sammlung von Thatsachen, die sich hier uns anbietet, eine mittheilbare und nutzbare Gestalt zu geben, so dafs man in kurzer Zeit das

erreichen könne, was bisher ein Schatz war, zu dem sich allein durch lange Erfahrung gelangen liefs.

Die Wolken sind mehrerer Modificationen fähig. Unter *Modification* verstehe ich aber diejenige Structur oder Art der Aggregation, in welcher der Einfluss gewisser constanter Gesetze hinlänglich sichtlich ist, um sie unter unendlich vielen geringen Verschiedenheiten auszuzeichnen, welche aus zufälligen Ursachen entspringen.

Die Haupt-Modificationen müssen daher von einander eben so leicht zu unterscheiden seyn, als ein Baum von einem Hügel oder einem See; wenn gleich Wolken von derselben Modification mit einander oft nicht mehr Aehnlichkeit haben, als zwischen Bäumen, Hügeln und Seen überhaupt Statt findet.

Es giebt *drei einfache* und deutlich unterschiedene *Modificationen*, welche sich auf folgende Art benennen und definiren lassen:

1) *Cirrus:* *) (*Nubes cirriformis tenuissima, quae undique crescit*), eine einer Haarlocke oder

*) Die *Locken-* oder *Feder-Wolke*. Will man der Charakteristik der Wolken, wie Hr. Howard sie aufgestellt hat, in unsern meteorologischen Beobachtungsregistern allmählig Zugang verschaffen, so scheint es mir nöthig zu seyn, dafs man an die Stelle seiner allzu fremdartigen Benennungen der einzelnen Modificationen, welche die mehresten glauben werden nicht verstehn zu können, für den Anfang wenigstens fafsliche deutsche Namen setze. Ich weifs indefs nur für ein Paar Namen aufzufinden, die nicht zu barbarisch und zu ungeschmeidig werden, und doch den Sinn des Lateinischen darstellen. Gilbert.

Feder ähnliche Wolke, welche aus parallelen, gebognen oder divergirenden Streifen oder Fibern besteht, die in der Richtung, nach welcher sie anwachsen, unbegränzt sind *).

2) *Cumulus* **) (*Nubes densa cumulata, sursum crescens*). Eine Wolke, welche sich von oben her vergröſsert; in dichten convexen oder kegelförmigen Haufen.

3) *Stratus* ***) (*Nubes strata, aquae modo expansa, deorsum crescens*). Eine ausgedehnte, stetig zusammenhängende, horizontale Schicht von Wolken-Natur, welche von unten her anwächst.

Es giebt ferner zwei Modificationen, welche *Zwischenzustände* zu seyn scheinen; diese sind

4) *Cirro-cumulus* ****) (*Nubeculae subrotundae, connexae vel ordinate positae*). Eine Masse kleiner rundlicher Wolken, welche dicht an einander gereihet sind, oder einander berühren.

5) *Cirro-stratus* (*Nubes extenuata, sub-concava vel undulata*). Eine horizontale oder ein wenig geneigte Wolkenschicht, die an ihren Rändern dünner, und unterwärts hohl oder wellenförmig ist. Gruppen oder Wolkenflecke, welche diese Charaktere haben.

Endlich kommen zwei Modificationen vor, welche eine aus den einfachen *zusammengesetzte Structur* haben, nämlich

*) Oder nach der lateinischen Definition, welche nach allen Seiten hin ins Unbestimmte sich vergröſsert. *Gilb.*

**) Die *Haufen-Wolke.* *G.*

***) Die *Nebelschicht.* *G.*

****) Die sogenannten Schafwölkchen; den Namen *Cirro-cumulus* weiſs ich auf keine schickliche Weise zu verdeutschen, eben so wenig den *Cirro-stratus.* *G.*

6) *Cumulo-ſtratus (Nubes denſa, quae baſi cumuli ſtructuram patentem cirro-ſtrati vel cirro-cumuli ſuperdat).* Eine Wolke, in der die Structur des Cumulus mit der des Cirro-ſtratus oder des Cirro-cumulus vermengt iſt. Der an der Spitze abgeplattete und hier über ſeine Grundfläche hinausreichende Cumulus.

7) *Nimbus* *) *(Nubes denſa, ſupra patens et cirriformis, infra in pluviam abiens).* Eine dichte Wolke, die ſich oben in einen Cirrus ausbreitet und unten in einen Regenſchauer übergeht.

1. Von dem Cirrus (der Locken- oder Feder-Wolke).

Dieſe Wolken-Modification hat ſtets die kleinſte Dichtigkeit unter allen, und ſchwebt mehrentheils am höchſten in der Luft. Manchmal breitet ſie ſich ſehr weit horizontal aus, und bedeckt den ganzen ſichtbaren Himmel, ohne daſs man an ihr Gränzen gewahr wird, und in dieſem Fall ſcheint es durch eine optiſche Täuſchung, als wenn ihre parallelen Streifen nach zwei entgegengeſetzten Seiten des Himmels hin zuſammenliefen. Andre Male zeigt ſie ſich als äuſserſt kleine, nicht mit einander verbundene ſenkrechte Bündel; und ſie kömmt in jeder zwiſchen dieſen beiden Gränz-Zuſtänden liegende Ausdehnung und Neigung vor.

Am heiteren Himmel zeigt ſich der beginnende Cirrus zuerſt durch einige weiſse Striche auf blauem Grunde. Er wächſt auf verſchiedene Weiſe an, manchmal als vegetire er, und noch öfter als kryſtalliſire er: 1) Parallele Striche legen ſich horizon-

*) Die *regnende Wolke.* G.

tal an einander, und es kommen andre Schichten hinzu, deren parallele Striche die ersten unter rechten oder schiefen Winkeln durchkreuzen, bis sie einen feinen durchsichtigen Schleier bilden. 2) Parallele Striche sammeln sich in mehrere Gruppen unter verschiedenen Winkeln gegen den Horizont geneigt. 3) Von dem ersten Stamm aus verbreiten sich gebogne und divergirende Fibern, einem Federbusch oder einer Haarlocke ähnlich. 4) Von den zuerst gebildeten Strichen steigen andre schief herauf oder herab. 5) Es entsteht ein dichter Kern, und von ihm aus verbreiten sich nach allen Richtungen kurze Fasern.

Die grosse Höhe, in welcher der Cirrus in der Atmosphäre zu stehn pflegt, ist durch geometrische Messungen bewährt. Hr. Dalton sagt: „ich habe durch einige sorgfältige Beobachtungen gefunden, dass die kleinen weissen Striche condensirten Dampfes, welche sich am Himmel zeigen, eine Höhe von 3 bis 5 engl. Meilen über der Erdfläche haben.“ Von den Gipfeln der höchsten Berge aus gesehn, scheinen sie noch eben so entfernt zu seyn, als von der Ebne; und in der Abenddämmerung werden sie noch lange von den Sonnenstrahlen mit den lebhaftesten prismatischen Farben erleuchtet, wenn die dichteren Wolken dieselbe Stufenfolge schon durchlaufen haben, und sich in vollem Schatten befinden.

Die Dauer dieser Wolke ist verschieden, nach Verschiedenheit ihres Standes in der Atmosphäre, und der Gegenwart oder Abwesenheit anderer Wol-

ken. Wenn sie allein und in der gröſsten Höhe erscheint, besteht sie manchmal 36 Stunden lang; viel kürzere Zeit dagegen, wenn sie sich in niedrigeren Regionen und in der Nachbarschaft eines Cumulus bildet, und kann dann selbst sehr vorübergehend seyn.

Ein ungeübter Beobachter würde behaupten, der Cirrus sey ganz ohne Bewegung; bezieht man aber seinen Stand auf einen festen Gegenstand, so findet sich, daſs er manchmal in einer schnellen fortschreitenden Bewegung ist. Die Verbreitung des Cirrus und die veränderlichen Richtungen seiner Biegungen verdienen beobachtet zu werden; da sie mit den Veränderungen des Windes genau zusammenhängen, werden sie gewiſs nicht durch bloſse Bewegung der Luft hervorgebracht.

Was sich über ihn im Allgemeinen, nach unsern mangelhaften Kenntnissen, festsetzen läſst, ist Folgendes: 1) Das Erscheinen der Locken- oder Feder-Wolke ist eine Anzeige von Wind, und sie ist am ausgezeichnetsten und häufigsten vor Stürmen. 2) Sie ist oft eine Wolke unter dem Winde *(a leeward cloud)*; oder, wenn eine Gruppe von Locken-Wolken sich an dem Horizonte zeigt, scheint sie einen Luftstrom nach sich hin zu locken, und häufig setzt sich der Wind nach dem Viertel hin um, nach welchem die Spitzen hin weisen*). 3) Horizontale Lagen von Locken-Wolken, besonders wenn sie Arme aufwärts richten, gehören zu den Anzeigen

*) *And the wind very often shifts into that quarter, towards which the points are directed.*

annähernden Regens, indess die, von welchen die Franzen herabhängen, dem schönen Wetter vorangehn.

2. *Von dem Cumulus (der Haufen-Wolke).*

Diese Wolken-Modification ist gewöhnlich von dichter Structur, entsteht in der untern Atmosphäre, und bewegt sich mit dem Winde, oder genauer genommen mit dem Luftstrome, der zunächst bei der Erde herrscht. Der Cumulus erscheint in der Regel wie folgt: In dem letzten Theile eines heiteren Morgens zeigt sich plötzlich ein kleiner unregelmässiger Fleck in mässiger Höhe; und dieses ist der *Kern* oder der Anfang der Haufen-Wolke. Der obere Theil desselben wird bald convex und wohl begränzt, während der untere fortfährt unregelmässig und eben zu bleiben. Er wächst sichtbar an der convexen Oberfläche; ein Hügel oder eine hervorspringende Rundung folgt auf die andere, und verliert sich in die vorhergehenden, und so häuft sich eine halbkugelförmige Wolkenmasse zusammen, welche mit aufwärts gekehrter Spitze schwimmt, und deren untere Fläche dem Horizonte parallel bleibt.

Sind diese Haufen-Wolken von bedeutender Grösse, so bleiben sie in ziemlicher Entfernung von einander; sind sie kleiner, so rücken sie einander näher; in beiden Fällen sind ihre Grundflächen alle in gleicher Höhe über der Erde, und wachsen alle gleichmässig fort, während der Raum zwischen ihnen hell bleibt.

Die Haufen-Wolken erreichen oft zeitig Nachmittags ihre gröſste Gröſse, zur Zeit wenn die Wärme des Tags am höchſten iſt. Bei ſinkender Sonne nehmen ſie allmählig wieder ab, behalten jedoch ihren Charakter bis Sonnen-Untergang; dann aber brechen ſie mehr oder minder ſchnell, und verdunſten, wobei der Himmel heiter bleibt, wie er es am Morgen war. Sie haben oft lebhafte Farben, welche während der letzten Stunden ihres Beſtehens durch die anmuthigſte Stufenfolge hindurch gehn.

Dieſes ſind die Erſcheinungen des reinen Cumulus, wenn keine andre Wolken-Modification zugleich mit ihm erſcheint. Beide ſind Begleiter und Anzeigen des ſchönſten Wetters.

3. *Von dem Stratus (der Nebel-Schicht).*

Der *Stratus* iſt von mäſsiger Dichtigkeit, und ſeinem Stande nach die niedrigſte der Wolken-Modificationen, da er in Berührung mit der Erde oder dem Waſſer entſteht. Er begreift die horizontalen Nebel-Lagen *(miſts)* in ſich, welche an ſtillen Abenden über Thälern, Seen und Flüſſen ſich gleich einer Ueberſchwemmung zeigen, und ſich an die höheren Gründe hinan ziehn.

So wie die Haufen-Wolke dem Tage angehört, und ſelten lange nach Sonnen-Untergang fortdauert, ſo iſt dieſe Wolkenart eine Begleiterin des Dunkels der Nacht, und verſchwindet mehrentheils ehe noch die Sonne aufgeht. Die Verdunſtung

fängt von unten an. In dem Augenblicke, wenn der Stratus die Erdfläche verläſst, ändert ſich der Charakter deſſelben, und er nimmt nun die Geſtalt des entſtehenden und fortwachſenden Cumulus an.

Das nächtliche Erſcheinen des Stratus hat man von Alters her für *eine* Anzeige ſchönen Wetters genommen. So heiſst es beim Virgil:

At nebulae magis ima petunt, campoque recumbunt.

Die meteorologiſchen Grundſätze dieſes groſsen Dichters ſind wahrſcheinlich aus der Volksmeinung ſeiner Zeit geſchöpft, ſo weit eigne Erfahrungen dieſe ihm beſtätigt hatten; und daher ſtimmen ſie immer mit denen ſeiner Leſer überein. Wenige Tage in dem ganzen Jahre ſind ſtiller und heiterer als die, an welchen der Morgen durch einen Stratus anbricht. Sie ſind die ſtillen ſchönen Tage unſers Herbſtes, ein Zwiſchenraum von Ruhe zwiſchen den Aequinoctial-Stürmen und den Orkanen des Winters.

4. *Von dem Cirro-Cumulus.*

Der Urſprung dieſer Wolkenart ſowohl als ihre Structur beweiſen, daſs ſie eine Zwiſchen-Modiſication iſt. Wenn der Cirrus (die Locken-, oder Faſer-Wolke) aus ſeiner hohen Region in die niedere Luft herabſteigt, ſo ſieht man ihn übergehn in dieſe und die folgende Modification; doch iſt es zum Entſtehen beider nicht unumgänglich nöthig, daſs zuvor ein Cirrus da geweſen ſey.

Jeder meiner Leser kennt die Erscheinung, wenn gefrorne Fensterscheiben allmählig aufthauen; das Eis verwandelt sich in eine Masse von Tropfen, welche an der Scheibe sitzen bleiben, und im Ganzen noch die Frostfiguren zeigen, doch ohne ihre geraden Linien und Winkel. Gerade eine solche Veränderung seiner Gestalt erleidet der Cirrus, wenn er in den Zustand des *Cirro-Cumulus* übergeht. Und so wie das Wasser an der Fensterscheibe nach Umständen wieder in Eisnadeln verwandelt wird, so nehmen diese kleinen abgerundeten Wolkenmassen oft plötzlich die Gestalt des Cirrus wieder an. Häufig beginnt die Umänderung des Cirrus in die sphäroidische Gestalt von dem einen Ende desselben an, in den dichteren schiefstehenden Büscheln, und schreitet allmählig zu dem andern Ende fort, während dessen die Wolke einem Knaul Flachs gleicht, der an dem einen Ende noch nicht aufgewunden ist und frei flattert. Alle Cirri in derselben Gruppe, und oft alle, die zugleich sichtbar sind, beobachten in diesen Veränderungen dasselbe Gesetz.

Der Cirro-Cumulus bildet einen sehr schönen Himmel. Man sieht manchmal mehrere Lagen in verschiedenen Höhen schweben, welche aus kleineren und kleineren Wolken zu bestehn scheinen, je näher sie dem blauen Himmelsgezelt sind, auf das das Auge sie projicirt. Er zeigt sich am häufigsten im Sommer, ist der Vorläufer von Temperatur-Erhöhung, und folglich eins der sichersten Zeichen schönen Wetters, wenn er dauernd besteht, oder

oft nach einander erſcheint. Vorübergehend ſieht man ihn häufig in den Zwiſchenräumen zwiſchen warmen Regenſchauern und im Winter. Auch kömmt eine dunkle und dichtere Art deſſelben mit gekrümmter Baſis gewöhnlich bei Gewittern vor.

Gewöhnlich iſt das Erſcheinen deſſelben von einem Steigen des Barometers begleitet.

5. *Von dem Cirro-Stratus.*

Um dieſe vielförmige Wolkenart in den verſchiedenen Weiſen, wie ſie erſcheint, zu erkennen, wird einige Aufmerkſamkeit auf ihre unterſcheidenden Charaktere erfordert. Sie zeigt ſich immer wie ein dünnes Blatt oder ein Lappen, der beinahe oder völlig horizontal in der Luft ſchwebt. So wie wir den Cirrus mit getrocknetem Flachs verglichen haben, ſo lieſse ſich beim Cirro-Stratus an Flachs denken, der mit Waſſer getränkt iſt, und deſſen Faſern enge bei einander ſind und aufliegen. Im Zenith erſcheint er als ein gleichförmiger zuſammenhängender Nebel, am Horizonte aber, wo man ihn von der Seite ſieht, als eine ſehr dichte Maſſe, und ſcheint dann manchmal die Sonne- oder Mondſcheibe als ein dunkler Streif zu durchſchneiden, von welchem Virgil in den Georgicis lib. 1. ſagt:

Ille ubi naſcentem maculis variaverit ortum
Conditus in nubem, medioque refugerit orbe,
Suſpecti tibi ſint imbres; namque urget ab alto
Arboribusque, ſatisque notus, pecorique ſiniſter.

Der Cirro-Stratus iſt der natürliche Bote von erniedrigter Temperatur, Wind und Regen. Doch muſs man dabei auf die Zeit, wenn er erſcheint, ob er zuſammenhängend iſt, und auf ſeine Begleitung achten. Er wechſelt manchmal ab mit dem Cirro-Cumulus, indem beide an verſchiedenen Zeiten eines Tages nach einander erſcheinen, oder auch zugleich an dem Himmel, ja ſelbſt in derſelben Schicht, ſtehn können; und in dieſen Fällen iſt das Prognoſticon zweifelhaft, und muſs man auf die Modification ſehn, welche zuletzt bleibt.

Abends, wenn der Thau entſteht, zeigt ſich oft der Cirro-Stratus vorübergehend, und deutet eine nur wenig mit Waſſerdampf überſättigte Luft an; nicht ſo, wenn er früher am Tage oder bei Sonnenaufgang, und mit Anfängen von Haufen-Wolken erſcheint. Im Allgemeinen läſst ſich auf Wind und Regen ſchlieſsen, ſo oft der Himmel zugleich neblig iſt und eine Menge kleiner dünner Wolkenflecke hat, und erſcheinen zugleich viele Cirro-Cumulus, ſo ſteht ein Gewitter bevor. Vor Stürmen pflegt man eine beſondre Art von Cirro-Stratus blos an dem einen Himmels-Viertel zu ſehn, welche der Kehlleiſte (Cyma) der Baumeiſter gleicht.

Das furchtbarſte Anſehn hat indeſs der Cirro-Stratus, wenn er wie weitgedehnte Nebellagen erſcheint, die von den höchſten Luftregionen herabzuſteigen ſcheinen, und an ſich kaum, ſondern nur durch di[illegible]ismatiſchen Farben zu erkennen ſind,

welche sie in der Nähe der Sonne und des Mondes annehmen. Dieses sind die Wände, auf welchen sich die Höfe und die ungeheuren Ringe bilden, in deren Durchkreuzung Nebensonnen und Nebenmonde erscheinen, die an Glanz oft mit der wahren Sonne und dem wahren Monde wetteifern. Wie diese sich durchkreuzenden Ringe beim Durchgehn von Licht durch Wolkenlagen in verschiednen Höhen und unter verschiednen Winkeln entstehn können, ist für die, welche mit der Optik bekannt sind, nicht schwer zu begreifen. (?)

Bestehend hiermit ist das Prognosticon schlechten Wetters, wofür man das Erscheinen von Höfen und von Ringen zu nehmen pflegt. Nach einem Hofe oder Ringe um die Sonne, der sich im Frühjahr oder im ersten Theile des Sommers zeigt, ist eine feuchte und kalte Zeit zu erwarten, doch erst nach einigen Tagen, während welcher indeſs derselbe Zustand der Atmosphäre besteht, wie sich oft durch Wiedererscheinen des Hofes zeigt. Höfe um den Mond an hellen Nächten deuten auf Regen oder Schnee, nach Beschaffenheit der Jahreszeit.

In bergigen und hügligen Gegenden sieht man den Cirro-Stratus häufig mit den Berg-Gipfeln in Berührung. Im Winter steigt er zu den Ebenen herab als ein sehr feuchter und dauernder Nebel, dessen Tropfen jedoch zu klein sind, um gesehn zu werden, und der (umgekehrt wie bei dem Stratus) auf höhern Gründen dichter als in den Thälern zu seyn pflegt.

Der Cirro-Stratus erſcheint gewöhnlich bei ſinkendem Barometerſtande.

6. *Der Cumulo-Stratus.*

Während ſich durch Verdichtung von Waſſerdampf, der aus der höheren Atmoſphäre herabſteigt, Cirro-Cumuli oder Cirro-Stratus bilden, können zugleich durch Verdünſtung des Waſſers an der Erdfläche in der mittleren Luftregion Cumuli ſich erzeugen; und in dieſem Fall kommen die beiden Modificationen bald mit einander in Berührung, und zeigen dem aufmerkſamen Beobachter eine Folge merkwürdiger Erſcheinungen.

Indeſs die Haufen-Wolke oberwärts ſchnell anwächſt, legt ſich um ihren Gipfel, wie um einen Berg, ein leichter Flor, der ſichtlich von einer andern Structur iſt. Dieſer Flor iſt ein Cirro-Stratus, und den Stoff zu demſelben bringt ein höherer Luftzug herbei. Häufig bricht der Cumulus bei ſeinem Anwachſen durch den Cirro-Stratus hindurch; dann aber zeigt der Theil über dieſen eine andere Aggregation, iſt felſig, mit ſenkrechtem Abſturz und zuletzt überhangend. Wächſt der Cirro-Stratus zu ſchnell an, um von dem Cumulus verſchlungen zu werden, ſo dehnt dieſer letztere ſeine Vorſprünge nach einiger Zeit ſeitwärts aus, und befeſtigt ſich durch ſie an die obere Wolkenmaſſe. In allem dieſem kann ſich der Cirro-Cumulus auf eine gleiche Weiſe verhalten. In beiden Fällen entſteht eine ausgedehnte, ſtattliche und dichte Wolke, die

oft den Tag über besteht, und Abends auf die gewöhnliche Weise verdünstet.

Bei einem günstigen Zustande der Luft kann sich der Cumulus in diese Wolkenart ohne Mitwirkung jener andern Modificationen verwandeln. Wenn er eine gewisse Höhe erreicht hat, fängt er dann plötzlich an über seine Grundfläche hinaus zu wachsen, und erzeugt eine Wolke, die sich nach Gestalt und Schnelligkeit des Wachsens mit einem Pilze vergleichen läſst.

Bei völlig überzognem Himmel pflegt der Cumulo-Stratus zu herrschen, und zeigt sich dabei auf nicht leicht zu beschreibende Arten. Für jetzt begreife ich darunter jede Art von Vereinigung zwischen verschiednen Schichten, welche keinen Regen erzeugt. Künftige Beobachtungen mögen Unterschiede ausmitteln, die wir jetzt noch nicht machen können.

Am häufigsten findet sich diese Wolkenmodification ein bei mittlerem Barometerstande, oder sogenanntem veränderlichem Wetter, wenn der Wind aus Westen bläst, und gelegentlich nord- oder südwärts abspringt. In Rücksicht der Temperatur hat sie einen weiten Spielraum, und kann so gut Schnee als Gewitter herbeiführen. Was das letztere betrifft, so gehört sie zu den gewöhnlichen Vorboten desselben, doch mit besondern Erscheinungen. Während der erstickenden Schwüle und Ruhe, welche der ersten Entladung der Luft-Electricität vorherzugehn pflegt, zeigt sie sich an verschiedenen

Stellen des Horizontes, und schwellt schnell zu ausserordentlichen Grössen an, wundersam gelockt und gekräuselt, wie von vertiefter und erhabener Arbeit, und an den Seiten in verschiednen Höhen mit feinen dunklen Streifen des Cirro-Stratus besetzt. Das Ganze giebt einen prachtvollen Anblick, in welchem die Phantasie die Werkstätte von Sturm und von Donner und Blitz zu sehn nicht ungeneigt ist.

Es erhellt aus dem, was wir angeführt haben, dass der Cumulo-Stratus überhaupt ein zweifelhaftes Prognosticon ist. Entsteht er Morgens, so ist der Tag oft schön, wenn gleich bezogen; und hat der Cirro-Stratus dazu etwas beigetragen, so folgen wahrscheinlich am zweiten oder dritten Tage häufige Regengüsse. Besteht er lange Zeit über, und hat sein oberer sich verbreitender Theil entschieden die Gestalt des Cirro-Stratus oder des Cirro-Cumulus, so darf man das erwarten, was diese Wolken-Modificationen anzeigen.

7. *Von dem Nimbus (der regnenden Wolke).*

Um sich von dieser Wolkenart eine richtige Vorstellung zu machen, braucht man nur eine regnende Wolke, welche vom Horizonte her im Anzuge ist, im Profile genau anzusehn. Es zeigt sich in ihr ein dichter dunkler Theil, der, wie die Erfahrung lehrt, eine Masse herabfallenden Regens ist, und dieser verliert sich nach oben in eine Wolke, die sich gewöhnlich in einer zusammenhängenden

Schicht, rings umher um den Schauer, bis in große Entfernungen verbreitet, so daſs, während letzterer noch am Horizonte und mehrere englische Meilen entfernt ist, der Rand der Wolke häufig schon das Zenith erreicht hat. Diese weit verbreitete Decke des Regengusses schreitet regelmäſsig vor ihm her, und zeigt, aus der Ferne oder gerade im Scheitelpunct gesehn, mehr oder minder die faserige Structur des *Cirrus*. Auf gleiche Weise pflegt sich der Theil der Wolke zu zeigen, der nach dem Regengusse kömmt; und bei stürmischem Wetter läſst sich diese Beobachtung nicht selten mehrmals machen an Regenschauern, die aufeinander folgen, oder an solchen, die zugleich an verschiednen Stellen des Himmels stehn. Der Name *Nimbus* soll genau genommen mehr nicht bezeichnen, als diesen umgekehrten Wolkenkegel, aus welchem ein plötzlicher oder dichter örtlicher Schauer von Regen, Schnee oder Hagel herabfällt, (denn in allen drei Fällen findet kein wesentlicher Unterschied Statt.) Da er bis zu einer groſsen Höhe in der Atmosphäre ansteigt, so ist er in Entfernungen von mehreren engl. Meilen sichtbar, und nähme man vielleicht auch wegen der geringen Menge des Regens und der Entfernung nicht die gewöhnliche Dunkelheit unter ihm wahr, so kann man doch so sicher als in den mehresten andern Fällen darauf rechnen, daſs es auf dem Striche, über welchen er fortzieht, regnet, schneit oder hagelt.

Qualis ubi ad terras abrupto sidere *nimbus*
It mare per medium, miseris heu prescia longe
Horrescunt corda agricolis. Virgil.

Das Verhältniss der Grösse zwischen dem umgekehrten Wolkenkegel und der Regensäule etc., in die er sich endigt, ist sehr verschieden; und bei sehr unruhiger und feuchter Luft nähert sich das Ansehn des oberen Theils mehr dem des Cirro-Stratus als des Cirrus. Je heiterer der übrige Himmel und je einzelner der Regenschauer ist, desto vollkommner stellt sich der Cirrus dar, so dass manchmal die Fasern desselben von allen Seiten ringsumher nach dem höchsten Theil der Säule gerade hin gerichtet sind.

Der reine *Nimbus* bewegt sich gewöhnlich mit dem Winde, und geht so schnell vorüber, dass er dem Regenmesser nur wenig Wasser giebt. Nicht selten entsteht er indess mitten in Cumulis, welche schon zu einer ansehnlichen Grösse gelangt sind, und dann tritt der Cumulus allmählig in den Focus über der Säule, ohne ihn wieder zu verlassen, indem er sich sichtlich in Regen verwandelt. Dieser wird dann stärker; auch kann in diesem Fall der Regenschauer gegen den Wind anziehn.

Ueberdem entsteht der Nimbus nicht immer in einem Cirrus; auch den Cumulus und noch öfter den Cumulo-Stratus sieht man manchmal an ihrem Gipfel sich in eine Cirrus-ähnliche Schicht ausbreiten, während ihr unterer Theil sich in Regen verwandelt. Umgekehrt hört der Regen manchmal

plötzlich auf, während der Nimbus bestehn bleibt; dann ziehn sich die scharfen Ränder in ihn zurück, die Seiten schwellen auf, und er wird zum Cumulo-Stratus. Wenn der Regenschauer sich ausgedehnt hat, und die Schicht bricht, so verwandeln sich die obersten Theile gewöhnlich in einen Cirro-Cumulus und Cirro-Stratus und die untersten in einen Cumulus. Wenn nach einem Regenguss völlige Verdünstung der Wolke erfolgt, so ist das ein sehr günstiges Prognosticon. Häufig wird ein Nimbus von einem oder von zwei Cirro-Stratus begleitet, die nahe an demselben und in einerlei Höhe mit dem dichtesten Theil der Wolke liegen. Der Gewitter-Nimbus hat mehrere Cirro-Stratus und Cumulo-Stratus, welche in verschiedenen Höhen stehn; dieses, und die groteske Gestalt jeder der Wolken und der neblige Zustand des Medium, sind hinlängliche Zeichen des hohen electrischen Zustandes der Luft zu solchen Zeiten. Der Cumulo-Stratus scheint durch eine plötzliche Veränderung seiner Electricität in den Nimbus überzugehn; denn beim Beobachten des Fortgangs des Gewitters durch eine lange Reihe dieser Wolken an dem Horizonte, habe ich mich überzeugt, dass die Wolken, welche aufgehört hatten Entladungen zu geben, in ihrem obern Theile diese Veränderung erlitten hatten, und Regen herabgossen, indess andere, zwischen denen die Blitze noch hin und her fuhren, oder die jenseits derselben lagen, ihre schwellende runde Gestalt einige Zeit länger behielten.

2.

Physik der Wolken, oder von dem Entstehn, dem Schweben und der Zerstörung der Wolken.

Die Wolken bestehn aus Wasser, das durch Verdunstung in der Atmosphäre angestiegen ist, und werden durch Verdichtung daselbst sichtbar *). Was die Verdunstung und den Zustand betrifft, in welchem der Wasserdampf vorhanden ist, so hat man darüber viele Meinungen. Keine der bekannten Theorieen verdient indess bis jetzt unbedingt angenommen zu werden. Doch hat man einige allgemeine Grundsätze festgestellt, auf welche wir fortbauen können; und diesen will ich die *Electricität* hinzufügen, (deren allmählige unmerkliche Einwirkungen wir noch nicht genug beobachtet haben,) um die vornehmsten Erscheinungen der Wolken, wenn gleich nur auf eine unvollkommene Weise, zu erklären.

Die Verdunstung besteht in einer Vereinigung des Wassers mit Wärmestoff; beide entweichen in Gestalt einer elastischen und unsichtbaren Flüssigkeit, welche wir ausschliessungsweise *Wasserdampf*

*) Hr. Pictet bemerkt gegen Hrn. Howard in der *Bibl. britann.*, es sey wohl nicht gerade eine *Condensation*, was den unsichtbaren Wasserdampf in bläschenartigen Dampf verwandle, denn das Volumen der Luft scheine sich durch diese Umstaltung nicht merklich zu verändern. Vielmehr sey das Phänomen eine den chemischen Niederschlägen, welche in der Auflösung schweben bleiben, analoge *Aenderung des Aggregat-Zustandes*. G.

(vapour) nennen. Die chemifchen Phyfiker hatten diefe Wirkung allgemein einer auflöfenden Kraft der Luft zugefchrieben; aber vergleichende Verfuche über die elaftifche Kraft von Wafferdämpfen, die in atmofphärifcher Luft, und die ohne fie entftehn, haben ausgewiefen, dafs diefe vorgebliche Wirkung nicht Statt findet, oder unmerkbar ift. Folgendes find die Gefetze der Erfcheinung in wenig Worten:

Die Kraft, durch welche das Waffer in Dampf verwandelt wird, verhält fich unter übrigens gleichen Umftänden direct wie die Temperatur des Waffers *), hat aber eine ihr entgegenftrebende Kraft von gleicher Natur in dem fchon in der Atmofphäre vorhandenen Dampfe zu überwinden. Denn diefer Dampf ftrebt vermöge feiner Elafticität aus dem Raume, den er einnimmt, jede hinzukommende Menge abzuhalten. Bei gleicher Temperatur wird daher die Menge des entftehenden Wafferdampfs defto kleiner feyn, je mehr davon fchon in der Luft vorhanden ift.

Aeufsert auch hierbei die Luft keine wahrzunehmende *chemifche* Kraft, fo ift doch ihre *mechanifche* Einwirkung fehr bedeutend. Bewegung der Luft kann nach Verfchiedenheit der Gefchwindigkeit, womit fie vor fich geht, die Verdünftung verdoppeln oder verdreifachen; denn dadurch

*) Keineswegs; fie fteigt in einem viel höheren Verhältniffe nach einem Gefetze, welches noch nicht völlig ins Reine gebracht ift. *G.*

wird nicht nur die Oberfläche des Waſſers vergröſsert und verändert, von welcher allein der Waſſerdampf aufſteigt, ſondern auch der entſtehende Waſſerdampf ſogleich fortgeführt, und neuen Dämpfen Platz gemacht, indeſs er den Fortgang des Proceſſes hindern würde, wenn er über der verdünſtenden Fläche in Ruhe bliebe.

Aus dieſen Grundgeſetzen laſſen ſich mehrere Natur-Erſcheinungen erklären. Zum Beiſpiele: warum nach einem Regen der Wind kälter wird, als es der Regen ſelbſt war; die Verdünſtung des noch ſchwebenden und des niedergefallenen Waſſers entreiſst ihm nämlich einen Theil ſeines Wärmeſtoffs. Ferner, warum manchmal der Schnee völlig verſchwindet, ohne doch geſchmolzen worden zu ſeyn, gerade ſo wie Eis ſich vermindert und Furchen bekömmt; dieſes feſte Waſſer iſt nämlich wärmer als die trockne kalte Luft, welche darüber hin weht, und verdunſtet folglich ungehindert. Endlich, warum im Sommer oder im Herbſte ein heftiger Weſtwind Wolken herbeiführt, die, wenn er nachläſst, ſich in Regen auflöſen; er begünſtigt nämlich die Verdünſtung durch ſeine mechaniſche Wirkung, und da der Waſſerdunſt, den er mit ſich führt, in eine ſchon feuchte Atmoſphäre kömmt, kann er ſich in ihr nicht mehr halten, und ſchlägt ſich nieder. Man muſs bedenken, daſs, da der Waſſerdampf vornehmlich vermöge der Temperatur-Verſchiedenheit angehoben wird, welche zwiſchen dem Waſſer und der Luft herrſcht, die daſſelbe umgiebt,

er von der Flüssigkeit, wenn die Luft kälter als sie ist, ansteigt, auch wenn er sich in dieser Luft in einem fort wieder zersetzt.

Der Wasserdampf wird von der Luft durch die grössere Verwandtschaft, welche sie zu dem Wärmestoff hat, zersetzt. Diese Zersetzung findet auf zweierlei Weise Statt: *Erstens*, wenn der Wasserdampf aufsteigt oder aufgetrieben wird in Luft, die kälter als er ist; es bildet sich dann an einer Stelle eine dichte Wolke. *Zweitens*, wenn eine Mengung von Luft und Dampf erkältet wird; in diesem Fall entsteht eine allgemeine Trübung, welche ich ausschliessungsweise mit dem Ausdruck *haze (Dunst)* bezeichnen will, und die durch sehr kleine Wassertheilchen hervorgebracht wird, welche in der Luft schweben *), indem der Wärmestoff, der, als er mit diesem Wasser verbunden war, damit durchsichtigen Wasserdampf bildete, an die Luft getreten ist. Aus diesem Nebel können dann durch blosse Aggregation oder durch electrische Anziehung Wolken entstehn. Er ist während des grössten Theils des Jahres in der Atmosphäre in Menge vorhanden, bald in den höheren, bald in den niedrigeren Regionen. Ueber die relative Menge desselben läfst sich zu gewissen Zeiten aus der Art urtheilen, wie

*) Hr. Pictet bemerkt hierbei, er glaube nicht, dafs das Wasser, welches in diesem Falle in der Luft schwebt, in dem gewöhnlichen flüssigen Zustande sey, sondern vielmehr in dem Zwischenzustande eines *bläschenartigen Dunstes*, den Saussure in seinem Versuch über die Hygrometrie so gut beobachtet und beschrieben habe. *G.*

entfernte Gegenstände horizontal gesehn erscheinen, zu andern Zeiten aus der Intensität der Bläue des Himmels, welche desto bläſser ist, je mehr Dünste in der Luft schweben *).

1. *Natur des Stratus (der Nebel-Schicht).*

Diese Wolke giebt uns ein Beispiel der Zersetzung von Wasserdampf, der in eine Luft von niedrigerer Temperatur als die seinige kömmt. Die Erde oder das Wasser, über welchen diese Wolke ruht, sind immer heiſser als die Wolke, und die durchsichtige Luft über ihr. So z. B. betrug zu einer Zeit, als auf ein mit Teichen versehenes Land eine Nebel-Schicht *(Stratus)* lag, die Temperatur des Bodens unmittelbar unter dem Rasen 57° F., des Wassers 59°, der Luft in 30 Fuſs Höhe 55°, und die Temperatur des Nebels 4 Fuſs über der Erde 49°,5. Daher kömmt es, daſs diese Wolke eine horizontale Oberfläche behält, und daſs sie jedes Mal verschwindet oder in die Höhe steigt, wenn ihre Temperatur der des Bodens gleich wird. Diese Wolke oder Nebelschicht entsteht also durch örtliche und begränzte Zersetzung des Wasserdampfs, den Erde und Wasser nach Sonnen-Untergang auszusenden fortfahren, vermöge ihrer am

*) Hr. Pictet erinnert hierbei an das von B. von Saussure in seinen Alpenreisen beschriebene *Cyanometer*, einen auf Pappe gezeichneten Ring, in gleiche Abschnitte getheilt, die mit allen Abstufungen des Blau, vom schwächsten bis zum intensivsten, bemalt sind, und mittelst dessen sich in jedem Augenblicke bestimmen läſst, welchem dieser Teints das Blau des Himmels entspricht. G.

Tage erlangten Temperatur. Was indeſs hierbei in der untern Luft für eine Veränderung vorgeht, durch welche dieſe lokale Zerſetzung veranlaſst wird, iſt nicht leicht zu erklären. Denn es ſcheint, daſs an einem heiteren Tage Abends die Erkältung der Luft nahe an dem Erdboden häufig in derſelben Richtung, als Morgens die Erwärmung derſelben vor ſich geht, das heiſst, daſs ſie an der Erdfläche anfängt, und von unten nach oben fortgeht. In dem angeführten Falle war die Luft um 7° F. kälter geworden, und doch fuhr der Waſſerdampf noch immer fort ſich zu Nebel zu zerſetzen, und das bei vollkommner Windſtille; wodurch die Vermuthung ausgeſchloſſen wird, daſs hierbei ein Austauſch einer gewiſſen Menge unterer warmer Luft gegen kalte Luft, die von oben herab kömmt, Statt finde *).

Der ſtets poſitiv-electriſche Zuſtand des Stratus, welcher bedeutend iſt, obgleich ſeine untere

*) Dieſes merkwürdige Phänomen, bemerkt Hr. Pictet in der *Bibl. britann.*, welches er ſorgfältig beobachtet, und worauf er ſchon im J. 1778 die Naturkündiger aufmerkſam gemacht habe, ſcheine ihm nicht ſchwierig in der Erklärung zu ſeyn. Die Verdünſtung dauert nach Sonnen-Untergang an der Oberfläche der Erde fort, und erzeugt, indem ſie den Wärmeſtoff umher verſchluckt, eine örtliche Erkältung. Am Tage erſetzen die Sonnenſtrahlen, ſelbſt mit Ueberſchuſs, dieſen abſorbirten Wärmeſtoff; ſie fehlen nach Sonnen-Untergang, und daher muſs die Temperatur ſinken. Dieſer Hergang bleibt auf die unterſte Luftſchicht beſchränkt, weil in ihr die Luft kälter und folglich auch ſchwerer, als höher hinauf iſt. G.

Fläche den Erdboden berührt, scheint zu beweisen, dass eine Wolke kein so guter Leiter für Electricität ist, als man gemeint hat, und dass sie in gewissen Fällen die electrische Flüssigkeit nur sehr allmählig durch sich hindurchläst. Da die Atmosphäre bei heiterem Wetter in der Regel positiv-electrisch ist, so war es natürlich zu erwarten, dass man diese Art von Wolken positiv-electrisch finden würde. Es wäre interessant, zu untersuchen, ob nicht die Luft über ihr eine negative Ladung habe.

Es läst sich aus den vorhin aufgestellten Grundsätzen ableiten, warum diese Art von Wolken dem Herbste gröſstentheils eigen ist. Da die Sonne in dieser Jahrszeit immer tiefer sinkt, ist die Atmosphäre während derselben fast immer mit Wasserdunst überladen, welcher sich zuletzt in Regen verwandelt, wodurch heftige Winde entstehn. Obgleich daher der Stratus im Allgemeinen schönes Wetter ankündigt, und es gewöhnlich begleitet, so ist er doch im ersten Theile des Sommers ein Vorherverkündiger von schlechtem Wetter; denn er zeigt dann, dass in einer Jahreszeit, deren eigenthümlicher Charakter steigende Trockenheit ist, in der Luft schon eine Neigung zu wässerigem Niederschlage vorwaltet.

2. *Natur des Cumulus (der Haufen-Wolke).*

Die Sonnenstrahlen äuſsern ihre gröſste erwärmende Kraft auf die Atmosphäre an der Oberfläche des Erdbodens, und diese Wirkung nimmt allmählig

mit der Höhe ab, und zwar bei ſtillem und heiterem Wetter um ungefähr 1° F. für jede 300 engl. Fuſs, wie man das aus Thermometer-Beobachtungen an verſchiednen Stationen, deren ſenkrechter Abſtand von einander bekannt war, geſchloſſen hat *).

Auf dieſer Verſchiedenheit der Temperaturen der unterſten und der höheren Luftſchichten ſcheint das Entſtehn der *Haufen-Wolke (Cumulus)* zu beruhen, ganz durch dieſelben Urſachen, welche die Nebelſchicht *(Stratus)* erzeugen; nur daſs die Wirkung hier mehr zuſammengeſetzt iſt. In beiden Fällen entſteht der Waſſerdampf an der Oberfläche der Erde, ſteigt aber in dem hier zu betrachtenden Fall in einer von der Sonne erwärmten Atmoſphäre an, und behält daher anfangs ſeine elaſtiſche Geſtalt. Indem er ſich von der Erde ab erhebt, wird die ganze in der Atmoſphäre vorhandne Menge deſſelben um eben ſo viel angehoben; dieſe gelangt daher in Luft von niedrigerer Temperatur, wo ſich ein Theil des Waſſerdampfes immerfort zerſetzt und die mittlere Region mit Dunſt erfüllt. Dieſer ſammelt ſich in kleinen Häufchen an, die ſich anfangs ganz unregelmäſsig zu vergröſsern ſcheinen, und da ſie nicht im Gleichgewichte mit der Luft ſind, herabzuſinken ſtreben. Zugleich fährt aber die Wärme fort von unten nach oben zuzunehmen; daher findet der unterſte Theil bald eine Luft-

*) Dieſem entſpricht eine Wärmeabnahme von 1° R. für je 106 Toiſen (od. 207 Meter) Zunahme der Höhe, und kömmt alſo Hrn. v. Humboldt's Beſtimmungen ziemlich nahe. G.

schicht, die so warm ist, dass er in ihr verdunstet, indem sie ihn aufs Neue in unsichtbaren Dampf verwandelt; und da diese Wirkung überhaupt nur von der Höhe abhängt, so sehn wir, dass jede dieser Wolkenmassen eine ebne Grundfläche annimmt, welche in derselben mit der Erdfläche parallelen Ebne bleibt. Der übrige Theil der Wolke schwillt an in aller Mannigfaltigkeit sphäroidischer, seltner konischer Formen, nach Verschiedenheit, wie die kleinen Wassertheilchen ihm von oben her zugeführt werden. Der Wasserdampf, in den sich die Grundfläche verwandelt, condensirt sich höchst wahrscheinlich wieder zum Theil an der Oberfläche der kälteren Theilchen der Wolke über sie. So lange sich aus dem Dunste mehr Wassertheilchen an die Wolke absetzen, als an der untern Ebene verdampfen, vergrösert sich die Wolke; im umgekehrten Falle sieht man sie allmählig sich verkleinern, und endlich ganz in der Atmosphäre zergehn, welche dann vermöge ihrer höheren Temperatur wieder völlig durchsichtig ist. Dieses geschieht gewöhnlich gegen Sonnen-Untergang; der aufsteigende Strom von Wasserdämpfen, der die Erscheinung bewirkt, wird dann nämlich langsamer oder hört ganz auf, und indem dann die untere Luft ihren Ueberschuss an Wärmestoff der oberen mittheilt, sehn wir mit Verwunderung die dichten Wolken zu einer Zeit verschwinden, wenn sich auf der Erde die Kühle des Abends einstellt und der Thau zu fallen anfängt.

Doch diese Ursachen erklären noch nicht das ganze Phänomen. Die Haufen-Wolke *(Cumulus)* wächst häufig viel schneller an, als dass sich dieses der blossen Anziehung der Wassertheilchen aus der Ferne her, in einem widerstehenden Mittel zuschreiben läſst. Wenn die Haufen-Wolke sich so vergrössert, vereinigen sich die kleinen Wölkchen, auf welche sie im Fortbewegen stösst, mit ihr gewöhnlich nicht, sondern sie scheinen vor ihr zu verschwinden. Auch steigt die Haufen-Wolke, sie sey noch so dicht, nie selbst als Regen herab. Es ist schwer zu begreifen, wie bei der mächtigen Anziehung, welche die Wolke auf die einzelnen Dunsttheilchen äussert, die Masse mehrere Stunden lang bestehn kann, ohne dass die Theilchen sich zu Tropfen vereinigen, vergrössern und herabfallen. Nehmen wir indess an, dass die Haufen-Wolke von ihrem Entstehn an positiv-electrisch sey, so fallen diese Schwierigkeiten weg. Denn dann kann eine solche Masse andere negativ electrisiren, und dadurch von ziemlichen Weiten her die einzelnen Wassertheilchen und die kleinen Wolkenhäufchen anziehn, und mit sich vereinigen. Ihre Theile selbst aber müssen sich dann gegenseitig abstossen, so dass sie mit einander nicht in Berührung kommen können, bevor sie nicht ihren ganzen Zustand verändern. Dasselbe gilt von mehreren Haufen-Wolken, wenn ihre Oberflächen nicht allzusehr an Grösse verschieden sind.

3. *Natur des Cirro-Stratus.*

Wenn Luft, welche mit Wasserdampf angefüllt ist, über einen Landstrich, der kälter als sie ist, hinstreicht, wird ihr mehrentheils so viel Wärmestoff entzogen, dass sich ein Theil des Dampfes zersetzt und die Luft sich trübt und an Durchsichtigkeit verliert. Aus der nämlichen Ursache beschlagen die Wände und die Fussböden im Winter, wenn es thaut, mit Reif, und in wärmerer Zeit, wenn es zu regnen anfängt, mit Feuchtigkeit; die Wasserdämpfe zersetzen sich nämlich an der Oberfläche dieser festen Körper, weil diese dann kälter sind, als das sie umgebende Mittel. Der Dunst, der dann die Luft erfüllt und undurchsichtig macht, zeigt sich an dem nebligen Ansehn entfernter Gegenstände, und daran, dass von den Blättern der Bäume, gegen welche der Wind ihn treibt, Wasser in Menge herabträufelt. Was dieses bewirkt, ist in der That nichts anders als ein *Cirro-Stratus*, welcher mit der Erdfläche in Berührung ist; eine den Bewohnern bergiger Gegenden sehr gewöhnliche Erscheinung.

Dieselbe allgemeine Erniedrigung der Temperatur kann auf eine andere Weise, und höher in der Atmosphäre vor sich gehn. Wenn ein Strom kalter und feuchter Luft über eine wärmere, mit Wasserdampf geschwängerte Luftschicht hinstreicht, so entreisst er ihr Wärme, und macht dadurch in ihr Dunst entstehn, der nicht als Thau, sondern in Schichten herabsinkt, die immer dichter werden, je tiefer sie kommen, weil ihre Theilchen einander

näher treten, und immer mehr Dunst hinzukömmt aus dem Wasserdampf, auf welchen sie stossen. Der Cirro-Stratus nimmt aber keineswegs immer die einfache Gestalt an, welche ihm, wie es scheint, die constante Wirkung der Schwere geben müsste, sondern verändert sein Aussehn auf eine Art, welche sich blos dadurch erklären läfst, dass er Electricität in sich aufnimmt, oder dass diese durch ihn hindurchgeht, in so geringer Menge, als sich von einer Wolke annehmen läfst, welche in einem feuchten Mittel schwebt. In diesen Fällen strebt der Cirro-Stratus entweder nach dem Zustande des *Cirrus* oder nach dem des *Cirro-Cumulus* hin, von welchem wir sogleich reden werden.

Der *Cirro-Stratus* zeigt uns folglich eine Veränderung im Zustande der oberen Atmosphäre an, deren Vorhandenseyn wir sonst nicht eher würden haben ahnen können, als bis der kalte Luftstrom sich von oben nach unten verbreitet und angefangen haben würde, auf die dichteren, durch Verdünstung von der Erdfläche angehobenen Wolken zu wirken. Nicht selten sieht man, dass der Cirro-Stratus augenscheinlich von einem Winde herbeigeführt wird, der in einer andern Richtung bläst, als in der, in welcher sich die Haufen-Wolken (*Cumuli*) bewegen, über welche er sich verbreitet. In diesem Fall werden sie von ihm sehr bald aufgehalten, und nehmen einen andern Lauf, oder lösen sich auf in Regen durch Veränderung ihrer Electricität.

4. *Natur des Cirro-Cumulus.*

Wir wollen nunmehr den umgekehrten Fall, als zuvor, annehmen, daſs nämlich der den Waſſerdampf herbeiführende (und daher durchſichtige) Luftſtrom der obere und wärmer als die Luft unter ihm ſey. Da die Wärme ſich nur mit vieler Schwierigkeit in der Luft von oben nach unten verbreitet, ſo kann in dieſem Fall der obere Luftſtrom nur ſehr langſam erkältet werden, und daher der Waſſerdampf ſich in ihm nur ſehr allmählig zerſetzen. Gerade dadurch wird aber der *Cirro-Cumulus* erzeugt. Die beſondere Aggregation dieſer Wolke, und das Unterſcheidende derſelben von der des *Cirro-Stratus*, könnte wohl daher rühren, daſs ſie im Herabſteigen eine viel bedeutendere Menge von Electricität erhilte. Zu dieſer Vermuthung ſcheinen wir dadurch berechtigt zu ſeyn, daſs dieſe Wolkenart ſo häufig vor den Gewittern erſcheint, bei welchen man ſie mit dem Winde in ausgebreiteten Schaaren oder Lagenweiſe ankommen ſieht, welche ſich mit ungleichen Geſchwindigkeiten bewegen und eine die andre einholen, bis ſie eine einzige dichte und ſtillſtehende Wolken-Maſſe bilden.

Dieſe Erklärung der Entſtehung des *Cirro-Cumulus* iſt hauptſächlich aus einer Beobachtung hergenommen, die ich ſo oft gemacht habe, daſs ich ſie für eine Art von meteorologiſchem Axiom anſehe: *daſs* nämlich *die Temperatur am folgenden Tage die des Tages übertrifft, an welchem der*

Cirro-Cumulus erscheint. Zeigt sich daher diese Wolkenart täglich wieder, so wird das Wetter immer heisser, bis ein Gewitter, das an irgend einer Stelle der erhitzten Region entsteht, der Isolirung der Wolken, und den Anhäufungen, welche eine Folge derselben sind, ein Ende macht.

5. *Natur des Cumulo-Stratus.*

Bei dem Versuche, so zusammengesetzte Erscheinungen, als die dieser Wolken-Modification, zu erklären, kann man leicht verführt werden, der Ursachen mehrere anzunehmen, als nöthig ist. Es scheint indess, dass unter den für die Erzeugung des *Cumulo-Stratus* günstigsten Umständen wirklich ein Niederschlag Statt finde, der von dem, welcher die Haufen-Wolke *(Cumulus)* hervorbringt, unabhängig ist, und in einer höheren Region vor sich geht, und der, weil er manchmal den *Cirro-Cumulus*, manchmal den *Cirro-Stratus* hervorbringt, wie dieser seinen Ursprung von einem mit Wasserdampf gesättigten Luftstrome hat, der in den höheren Luftregionen herrscht. Dieses schliesst die gleichzeitige Bildung eines Cumulus nicht aus; denn dazu wird, unserer Erklärung des Ursprungs dieser Wolkenart zu Folge, weiter nichts erfordert, als gleichzeitige hinlänglich starke Wirkung der Sonne auf den Erdboden, um die erforderliche Temperatur hervor zu bringen. Dass diese beiden Arten von Wolken mit einander in Berührung treten, und die sonderbare Vereinigung, welche dadurch entsteht, indem ein neuer

Mittelpunct der Anziehung sich bildet, nach welchem alle weitere Vergröſserungen hinstreben, — dieses sind die charakteristischen Züge dieser Modification, und sind das, was bei ihr hauptsächlich noch zu erklären ist. Da diese Wirkungen nicht immer und nicht gleichförmig erfolgen, so lassen sie sich nicht der Schwere allein zuschreiben; vielmehr scheinen sie mir von Verschiedenheit der electrischen Ladung dieser Wolkenarten herzurühren, ist es anders erlaubt, nach Analogie und nicht nach directen Versuchen zu urtheilen, welche sich hier schwer würden anstellen lassen. Sey diese Verschiedenheit auch nur gering, so muſs sie doch die gewöhnliche Wirkung, welche positiv- und negativ-electrische Körper auf einander äuſsern, das ist, Annäherung und gegenseitige Berührung hervorbringen; eine Wirkung, die jedoch mehr unter den ganzen Massen, als zwischen den einzelnen Theilchen Statt zu finden scheint.

Häufig läſst sich der mit Wasserdampf gesättigte Zustand der oberen Atmosphäre schon bei dem ersten Erscheinen des Cumulus erkennen, und zugleich voraussagen, daſs die Haufen-Wolke, wenn sie hinlängliche Zeit über bestehe, in den Cumulo-Stratus übergehn werde. Und zwar zeigt sich dieses an dem ungleichen Anwachsen dieser Wolkenart. Es heften sich dann eine Menge kleiner Wolkenmassen an ihre Oberfläche an, und geben ihr ein flockiges Aussehn, besonders wenn man sie unter der Sonne in einer Lage sieht, in welcher ihre hervorspringen-

den Theile von der Sonne erleuchtet werden. Nehmen wir an, der Cumulus wirke auf die ihn umgebenden Waſſertheilchen durch electriſche Anziehung ſo gut als durch die Schwere, ſo läſst ſich denken, daſs dieſe Waſſertheilchen ſich an ihm in zu groſser Menge abſetzen, um unmittelbar aſſimilirt zu werden, da ſie dann ſtreben ſich mit einander zu vereinigen. Eine noch gröſsere Menge von Dunſt in der Region unmittelbar über dem Cumulus veranlaſst die ſonderbare Erſcheinung einer wie mit einer Kappe bedeckten Wolke, indem ſich dann um ſeinen Gipfel ein Cirro-Stratus, gerade ſo wie um Berggipfel in gebirgigen Ländern lagert. In beiden Fällen iſt die Urſache wahrſcheinlich dieſelbe, es ſey, daſs der Anfang der Aggregation des Cirro-Stratus an einem gegebnen Orte durch eine kältere Temperatur, oder durch eine Verminderung in der Electricität beſtimmt werde.

Der Cumulo-Stratus erhält ſich manchmal eine geraume Zeit lang; er verſchwindet dann gewöhnlich bei Sonnen-Untergang und erſcheint am andern Tage wieder, Gewittertage ausgenommen, an welchen er bleibt. Während einer ſolchen Zeit ſind wahrſcheinlich die beiden Luftſchichten, welche die Wolke oben und unten begränzen, in etwas verſchiedenen electriſchen Zuſtänden *), und

*) Hr. Pictet bemerkt hierbei in der *Bibl. britann.*, Sauſſure habe durch einfache und ſinnreiche Verſuche nachgewieſen, daſs bei ſtiller Witterung immer ſehr bedeutende Verſchiedenheiten in dem electriſchen Zuſtande der Wol-

die eine ſetzt Waſſer ab, indeſs die andre es wieder in ſich aufnimmt. Die ausgedehnte Oberfläche des *Cumulo-Stratus* läſst ſich als eine Art von Bekleidung oder Hülle der oberen Luftſchicht denken, welcher aus ihr immerfort Waſſertheilchen zugeführt werden, deren electriſche Ladung ſich langſam durch die Wolke hindurch bis zur Grundfläche des Cumulus fortpflanzt, die manchmal mehrere hundert Fuſs tiefer liegt, und wo fortdauernde Verdunſtung das Zunehmen der Wolke von oben her verhindert. Die trockne Luft verhindert hier die Electricität, ſich weiter herab zu verbreiten. Zwar zeigt eine als Electroſkop dienende iſolirte Stange, wenn ſich die Grundfläche einer ſolchen Wolke über ihr befindet, bald *poſitive*, bald *negative* Electricität; dieſe wird aber gewöhnlich durch den Einfluſs oder den Druck der benachbarten electriſchen Atmoſphäre erzeugt, und der Metall-Leiter ladet ſich nicht, wie das geſchieht, wenn der Nimbus über ihn weg zieht. Es iſt noch zu erforſchen, welchen Einfluſs auf die Electricität dieſer Wolkenart, ſo wie auch des bloſsen Cumulus, die beſtändige Verdünſtung eines Theils ihrer Grundfläche äuſsert.

6. *Natur des Cirrus (der Locken- oder Faſer-Wolke).*

Ich habe die Betrachtung dieſer Wolkenart bis hierher verſchieben müſſen, weil der Leſer nun erſt im Beſitz der Gründe meiner Theorie derſelben iſt,

kenſchichten, welche von einander in nichts als in ihrer relativen Höhe verſchieden ſind, Statt finden. G.

welche davon ausgeht, dafs ich annehme, die electrische Flüssigkeit werde langsam durch eine Wolke hindurchgelassen. Auch hier müssen wir indess mehr nach Analogie, als nach Induction urtheilen, da diese Wolken-Modification gewöhnlich in so hohen Luftregionen vor sich geht, dafs sich der electrische Zustand der Luft über und unter ihr nicht durch directe Versuche prüfen läfst. Gehn wir von jener Annahme aus, so läfst sich der Cirrus mit einem isolirten und electrisirten Haarbüschel oder einer isolirten und electrisirten Feder vergleichen, und die Theilchen desselben reihen sich auf ähnliche Art an einander, als die Theilchen gefärbten Pulvers bei den mannigfaltig gestalteten Lichtenberg'schen electrischen Figuren. Er scheint sich zu bilden, auf ähnliche Weise als diese auf dem Electrophore aus Staube, so in der Luft aus den schwebenden Wassertheilchen, welche die electrische Flüssigkeit aufgenommen haben oder hindurchlassen. Die Locken-Wolke erscheint am häufigsten zur Zeit, wenn die veränderlichen Winde herrschen. Wahrscheinlich weichen dann die Luftportionen, welche von einem Orte zum andern geführt werden, und über einander hingleiten, oder sich durchkreuzen, in ihrer Temperatur weit genug von einander ab, um in einem der Luftströme eine schwache Zersetzung des Wasserdampfs zu bewirken; und auch in ihrer electrischen Ladung hinreichend, um ihre Electricität durch das so entstehende Medium einander mitzutheilen. Es ist auch nicht unwahr-

scheinlich, dafs das Trennen des Wärmestoffs von dem Wasserdämpfe, und das Vereinigen des electrisirten Wassers aus der Luft, (welche in den grofsen Höhen, wo jene allmählige Erkältung vor sich geht, in vollkommner innerer Ruhe ist,) durch einen der Krystallisation der Salze ähnlichen Procefs vor sich gehe, in welcher ebenfalls viel Wärme in dem Auflösungsmittel frei wird. Wenigstens scheint dieses die Meinung Kirwan's in seinem *Essay of the Variations of the Atmosphere* zu seyn, und die anwachsende Locken-Wolke läfst sich als der eigentliche Beleg dazu ansehn.

Es liefse sich über den *Cirrus* noch eine andre Vermuthung machen, dafs er nämlich eine aus lauter kleinen Eisnadeln bestehende Wolke sey, da die Luft über eine gewisse Höhe hinauf das ganze Jahr hindurch dazu kalt genug ist. Sollte sich indefs finden, dafs die kleinsten Theilchen der Wolken sich immer auch in Temperaturen über dem Frostpuncte in geraden Linien an einander zu reihen streben, so würde diese Annahme unnöthig.

Wenn der Cirrus über dem Meere eben so häufig und verschieden gestaltet, als über dem Lande erscheint, so würden die Seefahrer wohlthun, auf ihn zu achten, und über sie eben so, wie über die Veränderungen des Windes, Register zu führen.

Der Cirrus scheint am specifisch-leichtesten bei seiner ersten Bildung zu seyn, zuletzt sinkt er, und ob er sich dann in einen Cirro-Cumulus oder Cirro-Stratus verwandle, hängt sicher von

dem Zustande des Mittels ab, in das er herabfällt, und ob er in demselben seine Electricität behält oder verliert.

7. *Natur des Nimbus (der regnenden Wolke).*

Da diese Erscheinung gemeiniglich in einer Säule herabfallenden Regens, Schnees oder Hagels besteht, welche mit der Wolke zusammenhängt, die diese Niederschläge hergiebt, so könnte man glauben, ich rechnete sie mit Unrecht zu den Modificationen der Wolken. Als das letzte Glied in der Kette der atmosphärischen Niederschläge findet sie indeſs hier am zweckmäſsigsten ihre Stelle, und die Geschichte derselben verbreitet über die Natur der Wolken mehr Licht, als irgend eine der andern Modificationen der Atmosphäre, schlieſst sie gleich bei weitem nicht alles in sich, was sich in Hinsicht des Regens beobachten läſst, und einer Erklärung bedarf. Man sieht sie überdem manchmal sich eher bilden, als der Regen anfängt, welches uns berechtigt, sie für eine besondere Modification der Wolken zu nehmen. Franklin hat uns das Mittel gelehrt, wie die Electricität der Wolken beobachtet werden kann, und mittelst desselben haben uns die praktischen Physiker eine Masse von Thatsachen geliefert, die nicht nur völlig hinreicht, jene Behauptung zu rechtfertigen, sondern die auch über die Theorie des Regens und der übrigen atmosphärischen Niederschläge vieles Licht verbreitet. So oft ein Nimbus über unserm Kopfe fortzieht, läſst sich durch

dieſes Mittel zeigen, daſs er ein Leiter der Electricität iſt, welcher uns die poſitive Ladung der oberen Luft auf die Erde herableitet.

Zu dieſen Beobachtungen bedarf man mehr nicht, als einer Stange aus Eiſen oder einem andern Metall, die auf einem lackirten Glasfuſse iſolirt ſteht, und mittelſt eines an ihr in der Höhe angelötheten oder angekitteten umgekehrten Trichters gegen den Regen geſchützt iſt. Dieſe Stange braucht nicht ſehr lang zu ſeyn, wenn ſie nur über die andern Gegenſtände hinausragt, welche ihr die Electricität entziehn könnten, und mit einer Spitze verſehn iſt. Ein aus zwei Flachsfäden mit Hollundermark-Kügelchen beſtehendes Electrometer, welches an einem *Drathe hängt*, der von dem unterſten Theile der Stange herabgeht, und ſich in eine Kugel endigt, zeigt durch ſeine Divergenz die Gegenwart von Electricität an. Dieſes Inſtrument ladet ſich mit derſelben Electricität, welche die Luft hat, die daſſelbe umgiebt, und wenn es regnet, mit der Electricität des Regens.

Vor Kurzem beobachtete ich folgende Erſcheinungen, als über das Zenith meiner Stange ein Nimbus von der einfachſten Structur wegzog, der weder an einem Cumulus noch an einem Cirro-Stratus hing; er bewegte ſich mit dem Winde durch die untere helle Luft, und lieſs einen Schauer groſsen und undurchſichtigen Hagels herabfallen, während die untere Luft ſehr trocken war. Die Kügelchen des Electrometers blieben, als

die Wolke von NO heranzog, mit einander in Berührung, bis die obere ausgebreitete Platte, welche diese Wolken-Modification charakterisirt, das Zenith erreicht hatte. Jetzt, als der Hagelschauer selbst noch 3 bis 4 engl. Meilen entfernt war, fingen die Kügelchen an mit negativer Electricität auseinander zu gehn; ihre Divergenz nahm zu, je mehr sich die Wolke näherte, und kam endlich auf volle 2 Zoll, und nun liessen sich ziemlich kräftige Funken aus der Stange ziehn. Darauf verlor sich die negative Ladung allmählig wieder, und die Kugeln kamen aufs Neue mit einander in Berührung. Einige Augenblicke später langte der nur mit wenig Regentropfen vermengte Hagelschauer an, und augenblicklich gingen die Kügelchen wieder aus einander, doch jetzt mit positiver Ladung, welche wuchs, bis noch häufigere Funken herausdrangen als zuvor. Diese Ladung hielt an, so lange der Hagel dauerte, und verlor sich allmählig, sobald es über dem Instrumente klar war. Nachdem das Electrometer sich geschlossen hatte, öffnete es sich wieder mit negativer Electricität, und diese Ladung nahm bis zu einer bedeutenden Stärke zu, während der Hagelschauer nach Süden und Südwesten zog, verlor sich dann allmählig, und nachdem das Electrometer sich geschlossen hatte, blieb es zuletzt schwach positiv-electrisch.

Leser, denen die Lehren von der Electricität bekannt sind, werden sich zu Folge dieser Thatsachen einen Begriff von der Structur, wenigstens

des untern Theils des Hagelschauers machen können. Der herabfallende Hagel bildete eine positiv-electrische Säule, und diese Säule, welche 6 bis 7 engl. Meilen im Durchmesser haben mochte, war umgeben mit einem cylindrischen Mantel negativer Electricität von etwa 3 engl. Meilen Dicke, verursacht durch Einwirkung der positiv-electrischen Mitte auf die trockne Atmosphäre, in der sie sich bewegte. Nun aber betrug die ganze Menge des Hagels, nachdem sie geschmolzen war, bedeutend weniger als 0,01 Zoll (?) in dem Regenmesser; und hätte das Herabsteigen der electrischen Flüssigkeit durch den ganzen Raum unsern Sinnen können eben so wahrnehmbar gemacht werden, als das des Hagels, so würden wir wahrscheinlich gesagt haben, der Schauer bestehe mehr aus Feuer als aus Eis.

Woher rührte aber diese Fluth von Electricität, welche den Hagel begleitete? Nicht daher, dass das herabfallende Wasser gefroren war, denn ein starker Regenschauer zeigt ebenfalls eine electrische Ladung, doch mit dem merkwürdigen Unterschiede, dass, während Schnee und Hagel *stets* positiv electrisch sind (?), Regen bald positiv, bald negativ electrisch ist, worüber der Leser eine grosse Sammlung von Thatsachen in Read's Tagebuch über die Luft-Electricität in den *Philosophical Transactions* Vol. 82 findet. Die Structur des Nimbus ist gerade so, wie wir sie den bekannten Eigenschaften der Electricität zu Folge einem Conductor geben würden, der bestimmt wäre, die

electrische Flüssigkeit anzusammeln. Abgesehn von der herabfallenden Säule und von fremden Wolken, welche bei ihm sich einzufinden pflegen, besteht er aus einer dichten Masse von Fasern, welche von der Region des Cumulus aus (wo, wie es scheint, die schnelle Vereinigung der Theilchen zu Tropfen vor sich geht) in der höheren Atmosphäre bis zu grossen Höhen und Weiten divergiren, und zwar häufig nach allen Richtungen, so ordentlich als die Haare in einer Locke, welche an einem electrisirten Leiter hängt. Es scheint in diesem Fall die Absicht nicht so sehr der Niederschlag des Wassers, als der der electrischen Flüssigkeit zu seyn, welche dasselbe schwebend erhält. Wenn diese Absicht erfüllt ist, (und man kann sich denken, wie gross die Entladung seyn muss, welche eine Menge solcher Maschinen hervorbringt, die zugleich auf einen kleinen Landstrich wirken,) so vereinigt sich das Wasser in der ganzen Luftmasse, in welcher dieser Process vor sich geht, zu grössern Tropfen, und fällt in einem stetig fortdauernden Schauer herab; das verdichtete Erzeugniss der an der Erde vorgehenden Verdunstung bewegt sich mit herab in Gestalt von dem, was man einen Guss- oder Platzregen (*scud*) nennt, und so kömmt der Regen frei und gewöhnlich so lange herab, bis die Atmosphäre entladen ist, oder bis das partielle Vacuum, das entsteht, trocknere Luft von Norden her herbeizieht.

Ein negativ- oder gar nicht electrischer Regen, der manchmal herabfällt, wenn gleich die heitere Luft vorher oder nachher Zeichen starker positiver oder im zweiten Fall negativer Electricität giebt, kann nicht anders entstehn, als durch die Einwirkung einer centralen, positiv geladenen Wolkenmasse auf kleinere Wolken, die sich in ihrem Wege vorfinden. Auch muss man bedenken, dass, gesetzt ein Regen sey in den Höhen, in welchen er erzeugt wird, völlig unelectrisch, (indem er aus der Vereinigung entgegengesetzt electrischer Wolken entstände,) zu gleicher Zeit aber auch die Luft an der Erde stark negativ oder positiv-electrisch, es uns scheinen müsste, der Regen habe, in Beziehung auf sie, im ersten Fall eine stark positive, im zweiten eine stark negative Electricität. Doch dieses gehört mehr in die Lehre von der Luft-Electricität, als hierher.

Ich schliesse mit einem Rückblick auf die Modificationen der Wolken, welche ich hier beschrieben und zu erklären versucht habe. Wir gingen von dem *Stratus* aus, welcher entsteht, wenn der Wasserdampf sich gleich beim Aufsteigen an der Erdfläche condensirt, und kamen dann zu dem *Cumulus*, in welchem das in der zweiten Region des Ansteigens expandirte Wasser sich sammelt; beide bestehen wahrscheinlich durch die Kraft positiver Electricität. Darauf kamen wir zu den theilweise leitenden Zwischen-Modificationen,

dem *Cumulo-Stratus*, dem *Cirro-Stratus* und dem *Cirro-Cumulus*; der letztere ist positiv geladen, und hält seine Ladung ziemlich fest; der erstere ist minder gut isolirt, und leitet vielleicht nach horizontaler Richtung. So kamen wir endlich in die Regionen, wo der leichte, hoch in der Atmosphäre schwebende und weit verbreitete *Cirrus* jedem Anstosse und jeder Lockung der electrischen Flüssigkeit gehorcht, welche, wenn sie einen Leiter findet, ruhig und auf eine nicht wahrzunehmende Weise wirkt, wenn sie dagegen in einer dichteren Ansammlung wässeriger Theilchen eingekörpert und isolirt ist, früher oder später ihre Schranken durchbricht, als Blitz hervorspringt, und von dieser Höhe durch den *Nimbus* hindurch zur Erde herabgleitet.

II.

Resultate aus den Beobachtungen des Pater Beccaria zu Turin, über die Electricität der Luft bei heiterem Wetter;

ausgezogen

von einem Correspondenten Nicholson's *R. B.* *)

und

Nachricht von ähnlichen Beobachtungen,

welche jetzt von Hrn. Crosse, Esq., zu Broomfield, sehr im Grossen angestellt werden.

Durch Herrn Lukas Howard's systematische Anordnung der Wolken nach ihrer Gestaltung, und durch seine Ideen über ihr Entstehn und Verschwinden, werden unsere Kenntnisse über die Atmosphäre, wie es mir scheint, nicht nur geordnet, sondern es werden auch unsere Mittel, sie zu untersuchen, bedeutend erweitert. Da es aus ihnen wahrscheinlich wird, dass sich die Beschaffenheit, und überhaupt das Bestehn der Wolken, grossentheils auf die gewöhnlichen Erscheinungen electrisirter Körper werde zurückführen lassen, so glaubte ich andern Beobachtern einen Dienst zu erweisen, wenn ich Ihnen für Ihre Zeitschrift den Auszug mittheile, den ich mir aus der Abhandlung des Pater Johann Baptista Beccaria über die Luft-Electricität, welche der englischen Uebersetzung seiner

*) Und entlehnt aus dessen *Journal of nat. philos.* 1813. Vol. 34. *Gilbert.*

künstlichen Electricität angehängt ist, zu meinem eignen Gebrauch gemacht habe. Der Thatsachen und Bemerkungen, welche dieser sehr fleissige und zuverlässige Beobachter darin mittheilt, sind so viele und wichtige, und seine weitläufigen, kostbaren und nicht mehr neuen Werke werden von den Physikern jetzt nur so selten noch benutzt, obschon noch immer geschätzt, dass man seine Sätze oder allgemeinen Resultate hier gern beisammen finden wird *). *R. B.*

Der Apparat, mit welchem Beccaria beobachtet hat, stand auf dem anmuthigen Hügel von *Garzegna*, in der Nachbarschaft von *Mondovi*, von welchem man den ganzen Zug der Alpen und fast die ganze Ebene von Piemont übersieht. Er bestand aus einem 132 Pariser Fuss langen eisernen Drathe, der von einer Reihe Schornsteine, über welche eine lange Stange ihn erhob, bis zur Spitze eines Kirschbaums gezogen, und an jedem seiner beiden Enden isolirt, und mit einem kleinen, unten mit Siegellack überzogenen Schirm aus Zinn ver-

*) Zwar haben uns seitdem, die von Volta über die Electricität durch Verdampfung, und die von Erman über die Electricität durch Anheben und Sinken bekannt gemachten (von andern Physikern noch zu sehr vernachlässigten) Erfahrungen, neue Schlüssel zur Einsicht in die Erscheinungen der Luft-Electricität gegeben, und haben uns besonders Hr von Gersdorf zu Meffersdorf wichtige Beobachtungen mit Drachen und Stangen und Hr. Dr. Schübler mit Volta's Apparate verschafft. Dessen ungeachtet schienen mir diese Resultate, welche Beccaria als durch seine Beobachtungen begründet aufstellt, noch immer hier eine Stelle zu verdienen. *Gilb.*

sehn war. Von diesem Drathe ab ging ein andrer durch eine Glasscheibe in das Beobachtungs-Zimmer herab.

Mittelst dieses Apparats fand Beccaria Folgendes:

1) Bei heiterem Wetter werden zwei Holundermark-Kügelchen von 1 Linie Durchmesser, die an sehr dünnen, 16 Linien langen Fäden hängen, von der Luft-Electricität, wenn sie von gewöhnlicher oder *mittlerer* Beschaffenheit ist, 6 Linien *) weit von einer kleinen Metallplatte abgetrieben, die sich zwischen ihnen befindet. In ihrer *grössten Stärke* macht sie die Kügelchen 15, 20 und mehrere Grade von der Platte divergiren. Wenn sie *am schwächsten* ist, kommen die Kügelchen erst dann in Bewegung nach einem Leiter hin, wenn dieser in eine sehr kleine Entfernung von ihnen gebracht wird.

2) Die Electricität sammelt sich manchmal so langsam an in dem Drathe, dass, nachdem man diesen ableitend berührt hat, eine volle Minute hingeht, bevor sie wieder merkbar wird. Zu andern Zeiten ist sie dagegen schon in der nächsten Secunde wieder merklich.

3) Sie ist immer *positiv*, einige seltene Fälle ausgenommen, wenn der Wind von einer Seite des Himmels herbläst, die nicht heiter, sondern bedeckt

*) Wahrscheinlich steht hier nur durch einen Schreibefehler *lines* statt *degrees*. Denn 6 Linien entsprechen einer Divergenz von 22 Graden, eine Divergenz von 6 Graden dagegen dem Abstande von 1 Linie. *Gilb.*

ist. Die von Beccaria angeführten Fälle sind sehr merkwürdig.

4) Er bediente sich als Hygrometers einer 12 Fuss langen, aus 32 Flachsfäden zusammengedrehten, ¾ Linien dicken Schnur, die durch ein Gewicht von 2 Pfund gespannt war, deren unteres Ende um eine mit einem Zeiger versehene Rolle ging. Ein solches Hygrometer brauchte er gewöhnlich ein Jahr lang, und es zeigte ihm kleinere Veränderungen im Feuchtigkeits-Zustande der Luft nach, als jeder gewundene Roggenhalm. Mittelst desselben fand er, dass während heiteren Wetters die Feuchtigkeit in der Luft der beständige Leiter der Electricität der Luft ist, und dass diese Electricität der Menge der Feuchtigkeit proportional ist, welche den Drath umgiebt, es sey denn, sie vermindere die Isolirung sowohl des Drathes als auch der Luft. Er macht keine Ansprüche, sagt er, hiermit die Ursache, welche die Electricität erzeuge, angegeben, sondern blos das Medium ausgemittelt zu haben, welchem sie inhärirt, und dessen Menge sie in der Regel proportional ist.

5) Wenn das Wetter sich *aufklärt*, tritt immer positive Electricität ein. Nimmt die Luft sehr schnell Feuchtigkeit in sich auf, so zeigt der Drath sehr starke Electricität, und erfüllt sich sehr schnell wieder mit ihr, wenn sie ihm benommen wird; doch das letztere nimmt ab, wenn die Witterung trockner wird. Manchmal dauert die so erzeugte Electricität eine geraume Zeit in dieser Stärke fort,

und beginnt aufs neue, wenn sie unterbrochen worden. Beccaria glaubte hierin die Wirkung einer durch den Wind aus grofsen Entfernungen herbeigeführten Electricität zu sehn.

6) Wird der Himmel über dem Beobachtungsorte *wolkig*, und es entsteht blos in grofsen Höhen eine Wolke ohne kleinere unter ihr, und diese Wolke ist kein Theil einer Wolke, die anderswo Regen herabfallen läfst, so bleibt die Electricität des Drathes *positiv*, oder ist *null*. Gleichen aber die Wolken Flocken von Wolle und bewegen sich zu einander oder von einander ab, oder dehnt sich die in grofser Höhe gebildete Wolke nach unten aus, herabsteigendem Rauche gleich, so findet sich gewöhnlich viel positive Electricität ein, welche in dem Verhältnisse stärker ist, als die Wolke sich schneller bildet, und welche die Menge des bevorstehenden Regens oder Schnees, und wie bald sie eintreten werden, anzeigt. Bildet sich eine dünne, ebene, weit ausgedehnte Wolke, die den Himmel dunkler und grau macht, so zeigt der Apparat sehr intensive und sich schnell wieder erneuernde positive Electricität; ein Zustand, der abnimmt und selbst aufhört, wenn das Anwachsen der Wolke nachläfst, dagegen so lange fortdauert, als die Wolke durch Zutritt kleiner flockiger Wolken, die immerfort sich mit ihr verbinden und von ihr trennen, zuzunehmen fortwährt.

7) Niedrige und dicke *Nebel* führen bei ihrem Ansteigen (besonders wenn die höhere Luft, in die

sie sich erheben, ziemlich trocken ist) dem Drathe so viel Electricität zu, daſs er häufig kleine Funken giebt, und daſs die Kügelchen 20 bis 30° divergiren. Bleibt der Nebel um den Drath ruhig stehn, so verschwinden die Zeichen der Electricität sehr bald; steigt er dann wieder und es folgt ihm eine andre Nebelwolke, so wird der Drath aufs Neue electrisirt, doch schwächer als zuvor. *Raketen*, welche Beccaria durch solche dicke, niedrige und dauernde Nebel steigen lieſs, haben ihm mittelst einer Schnur, welche er an ihnen befestigt hatte, oft Zeichen von Electricität gegeben. Nie nahm er aber unter diesen Umständen Zeichen negativer Electricität wahr, einen einzigen Fall ausgenommen, wo ihm die durch den Nebel ansteigende Rakete den electrischen Lichtstern zeigte, welcher negative Electricität andeutet; ein Fall, in welchem er indeſs sich in der Gestalt desselben wahrscheinlich geirrt zu haben glaubt *).

*) Da Beccaria an dieser Stelle der ähnlichen Beobachtungen der HH. Romayne und Henley gedenkt, so will ich, sagt Herr R. B., hier einiges von diesen einschalten. Romayne stellte seine Beobachtungen zwischen den Jahren 1761 und 1772 an (*Philos. Transact.* Vol. 62. p. 137). Sein Electrometer bestand aus zwei 6 bis 7 Zoll langen Fäden mit Korkkügelchen, und befand sich am Ende einer 5 Fuſs langen Stange, mittelst der er es aus einem Dachfenster hielt; divergirten die Kügelchen, so untersuchte er die Art der Electricität mit einer geriebnen Glas- oder Siegellackstange, die sich an einem andern Stabe befand. Mit diesem Instrumente fand er, daſs in hinlänglicher Entfernung von Gebäuden, Schiffsmasten u. dgl. die Luft im Winter während nebligem (*foggy*) und Frost-Wetter sehr

8) **Wenn bei hellem Wetter eine einzelne, niedrig schwebende, von andern beträchtlich entfernte** ***Wolke*** **langsam über den Drath hinzieht, so pflegt**

merklich electrisch war, weniger bei dunstigem (*in mists*) und noch weniger bei ruhigem Wetter und wolkigem Himmel. Im Sommer nahm er nie Electricität wahr, außer während Nebels an kühlen Abenden oder in der Nacht; eben so wenig während eines Nordlichts, wenn nicht zugleich Nebel (*fog*) war, ein einziges Mal ausgenommen, da sich schwache positive Electricität zeigte. Immer fand er die Electricität der Luft *positiv*, ausgenommen ein Mal, während eines Nebels an einem ungewöhnlich warmen Wintertage. Wurde ein Nebel sehr dick, oder regnete es während desselben, so näherten sich einander die Korkkügelchen, gingen aber wieder auseinander, wenn der Nebel zu seinem vorigen Zustande zurückkam, oder der Regen aufhörte. Dieses fand Statt, wenn der Nebel (*fog*) nahe an der Erde schwebte; das Gegentheil aber, wenn er hoch in der Luft war. Romayne will bemerkt haben, daß die Nebel, und häufig selbst die atmosphärische Luft, einen ähnlichen Geruch gehabt hätten, als eine geriebene Glasröhre. Er beobachtete einst einen Kampf zwischen einem NW- und einem SO-Winde, in welchem eine Zeit lang der eine und dann der andere zu liegen schien; diesem Kampfe ging ein rauchartiger Dunst, einem Nebel gleichend, (*a smoky haze, like a fog*) voran, der das Electrometer divergiren machte; und dieses ging, während der Dunst sich verdichtete, weiter auseinander, und immer mehr, als die Tropfen größer wurden. Romayne war der Erste, der bei dieser Gelegenheit durch folgenden artigen Versuch zeigte, daß eine Verminderung der Oberfläche die Stärke der Electricität in Körpern vermehrt; wenn er ein durch Reiben electrisirtes Stück Flanell oder Seidenzeug schnell zusammendrehte, so wirkte es nicht nur in größere Fernen, sondern es fuhren manchmal auch kleine Funken heraus in die Luft. Eben so, schloß er, müsse die Electricität von Dunst und Nebel, welche die Erde nicht berühren, durch Verdichtung erhöht werden; welches durch die Versuche Volta's und Bennet's über die Electricität der Dämpfe

die positive Electricität sich sehr zu vermindern, ohne sich doch in negative zu verwandeln, und kömmt zu ihrem vorigen Zustande zurück, sobald die Wolke vorübergezogen ist. Stehn dagegen über dem Drathe viele weiſse flockenartige Wolken, die immerfort sich mit einander vereinigen und trennen, und eine bedeutende Ausdehnung haben, so pflegt die positive Electricität stärker zu werden. In keinem der obigen Fälle wird die Electricität je negativ.

9) Bei seinen Versuchen mit der electrisirten Luft eines Zimmers fand der Pater Beccaria, daſs die Electricität derselben dem in ihr verbreiteten *Wasserdampfe* proportional ist, und schloſs daraus, sie habe wahrscheinlich in ihm ihren Sitz; ein Schluſs, von dem er glaubte, er lasse sich auch auf die Electricität der Atmosphäre übertragen, wenn diese gleich in der Regel zu schwach sey, um

noch mehr bewährt worden ist, (und besonders durch den Condensator und die bekannten Versuche mit Goldblatt-Electrometern.) — Eine isolirte 20 Fuſs lange, in eine Spitze auslaufende Röhre aus Zinn, die aus einem Fenster heraufragte, zeigte ihm dieselbe Ungewiſsheit und Veränderlichkeit der Electricität der Wolken, welche Franklin und andere bemerkt hatten. Gleichzeitige Beobachtungen an mehreren entfernten Punkten, während deren man sich durch rothe und weiſse Flaggen den Zustand positiver und negativer Electricität gegenseitig bekannt machte, würden, meint er, uns über die Electricität der Wolken, des Gewitters u. s. w. sehr viel weiter führen, als alle einzelne Beobachtungen. Henley's Beobachtungen (*Philosoph. Transact.* Vol. 62. p. 145, u. Vol. 64 p. 422) bestätigen alle diese Resultate, ohne sie indeſs weiter zu führen.

electrische Zeichen in nicht-isolirten Electrometern hervorzubringen. Die folgenden Erfahrungen betreffen den Zusammenhang zwischen der *hygrometrischen Feuchtigkeit* der Luft und ihrem *electrischen Zustande:*

Wenn das Hygrometer des Morgens, so wie den Tag vorher grosse Trockenheit anzeigt, so äussert sich, selbst *vor Sonnen-Aufgang,* Electricität in dem Electrometer, und zwar desto stärkere, je trockner die Luft ist und je weniger sie darin von der des vorigen Tages abweicht. Ist die Luft nicht sehr trocken, so zeigt sie keine wahrnehmbare Electricität, bevor die Sonne aufgegangen ist.

Die Luft-Electricität wird allmählig immer stärker, je höher die Sonne steigt; und zwar beginnt dieses Zunehmen desto eher, je trockner die Luft nach Sonnen-Aufgang bleibt oder wird. Diese Zunahme an Stärke und an Schnelligkeit des Wieder-Ersetzens nach Abführung aus dem Drathe dauert an hellen und nicht sehr windigen Tagen bis beinahe Sonnen-Untergang, wenn das Hygrometer bei der grössten Trockniss, die es erreicht hat, verbleibt. Dann aber nimmt, indem das Hygrometer zurückgeht, die Stärke ab, die Schnelligkeit der Wieder-Ersetzung aber zu.

Bei gleichem Hygrometerstande, aber verschiedenen Temperaturen mitten am Tage, erlangt der Drath an den heisseren Tagen seine Electricität schneller wieder, und es entsteht an ihnen die Luft-

Electricität des Morgens eher und vergeht des Abends später.

10) *Reibung des Windes* gegen die Oberfläche der Erde ist nicht die Ursache der Luft-Electricität; denn heftige Winde vermindern die Stärke dieser Electricität bei hellem Wetter, — (sind sie feucht, so geschieht das dadurch, daſs dann Luft und Apparat minder gut isoliren,) — und zunächst an der Erdfläche ist die Luft-Electricität nicht am stärksten; wie das der Fall seyn müſste, wenn sie durch Reibung des Windes gegen die Erdfläche erregt würde. Dieses belegt Beccaria mit vielen Beobachtungen. Er hatte gefunden, daſs Luft, gegen das Glas eines Electrometers getrieben, Zeichen von Electricität erregte; solche erhielt er aber nicht, als er Luft mit Blasebälgen gegen Leiter blies, und Schirme aus vergoldeter Pappe sehr schnell um eine isolirte Axe in die Runde drehte, weder in trocknem noch in feuchtem Wetter. Auch gaben die kleinen Schirme mit isolirendem Handgriff, welche man *Paratonneres* nannte, wenn er sie schief gegen den Wind hielt, keine Zeichen von Electricität zu erkennen. Diesem läſst sich noch hinzufügen, daſs das sehr empfindliche Bennet'sche Goldblatt-Electrometer nicht electrisirt wird, wenn man Luft darauf bläst. (*Philos. Transactions* Vol. 77. p. 30.)

11) Bei nicht sehr windigem Wetter, heiterem Himmel und trockner Luft entsteht *nach Sonnen-Untergang* eine starke Luft-Electricität, sobald

der Thau anfängt zu fallen; und der Drath nimmt nach dem Berühren die Electricität schneller wieder an, als am Tage, verliert sie auch sehr bald. Bei warmer Witterung ist die Intensität dieser Electricität nicht so constant als bei kalter, und sie entsteht eher und endet schneller. Auch ist sie bei minderer Trockenheit der Luft schwächer, erneuert sich aber nach dem Berühren desto schneller, je stärker es thaut.

12) Die *Electricität des Thaus* scheint, eben so als die des Regens mit der Regenmenge, im Verhältnisse zu stehn mit der Menge des Thaus; auf beide haben die besondern Umstände Einfluss, unter denen sie entstehn, und der Thau scheint geneigt, mehrere Abende hinter einander mit gleicher Electricität zu erscheinen. Die Electricität des Thaus läfst sich genau darstellen, auf folgende Weise: Man electrisire in einem eingeschlossnen Zimmer die Luft, das heisst die in ihr enthaltene Feuchtigkeit, und stelle hoch in derselben auf ein erwärmtes gläsernes Isolirstativ eine Flasche mit Wasser, das kälter als die Luft ist, und an der zwei Fäden herabhängen; in diesen zeigt sich die verschiedne Art, wie die Electricität des Thaus erscheint, nach Verschiedenheit der Dichtigkeit des electrisirten Dampfes, des Temperatur-Unterschiedes zwischen Luft und Flasche, und der besseren oder schlechteren Isolirung der Flasche.

Beccaria beschliesst mit folgender Bemerkung: Die Luft-Electricität am Tage gleicht der

Electricität eines sehr dünnen, aufsteigenden, sich ausbreitenden Nebels, der eben dadurch immer besser isolirt. Die Luft-Electricität des Nachts gleicht der eines sehr dünnen, feinen, immer dichter werdenden und daher weniger gut isolirenden Regens. Am Tage ist dem entsprechend die Luft-Electricität constanter; Nachts fehlt sie häufig, und tritt in ihrer ganzen Stärke nur dann ein, wenn die Feuchtigkeit, welche der Leiter derselben ist, sich vermehrt, ohne dass dadurch die Isolirung geschwächt wird.

Folgendes erzählt Herr John Singer (der den Lesern der Annalen aus mehrern Aufsätzen über die Electricität bekannt ist) in seinen Anfangsgründen der Electricitäts-Lehre von den merkwürdigen Versuchen, welche einer seiner Freunde, Namens Crosse, Esq., zu *Broomfield* bei *Taunton*, ein sehr eifriger und unterrichteter Electriker, mit einem dem Beccaria'schen ähnlichen Apparate von ausnehmender Größe seit einigen Jahren angestellt habe.

Dieser Apparat bestand aus zwei aufgerichteten Mastbäumen, die in dieser Stellung stark befestigt waren, und zwischen denen, in einer Höhe von 100 bis 110 Fuss über der Erde, ein isolirter Kupferdrath von $\frac{1}{16}$ Zoll Dicke straff gespannt war. Diesem Drathe hatte Hr. Crosse anfangs die ausserordentliche Länge von $\frac{1}{4}$ engl. Meilen (etwa 6000 engl. Fuss) gegeben, und ihn, dieser Länge ungeachtet, durch

ſinnreiche Kunſtmittel zu iſoliren gewuſst; ſie ſetzte indeſs den Drath ſo vielen Zufällen aus, daſs er ſich gezwungen ſah, ihn bis auf 1800 Fuſs zu verkürzen. Und ſelbſt in dieſer kleineren Ausdehnung hatte er bisher noch kein Mittel auffinden können, dem Drathe bei dichten Nebeln oder bei Schneegeſtöber die Iſolirung zu erhalten. Ferner hatte er Mechanismen anbringen müſſen, um die iſolirten Träger herunterlaſſen zu können, war es auch nur, um ſie von den Spinneweben zu befreien, welche, wenn ſie ſich an dieſen Trägern einfinden, die Iſolirung völlig aufheben. Auch muſsten die Enden des Draths ſehr ſtark befeſtigt werden, damit ſie nicht zerriſſen von dem Gewicht der Schwalben, die ſich in ungeheurer *Menge* auf ihn ſetzten, und von dem Stoſse der wilden Tauben und der Nachtvögel, welche im Fliegen oft ſehr heftig dagegen ſtieſsen.

Nach 18 Monaten anhaltender Beobachtung mit dieſem rieſenmäſsigen Apparate, hat Hr. Croſſe folgende Sätze, als bewährte Reſultate derſelben, aufgeſtellt:

1) Bei dem gewöhnlichen Zuſtande der Atmoſphäre iſt ihre Electricität ſtets *poſitiv.*

2) *Nebel, Regen, Schnee, Hagel* und *Graupeln* verändern den electriſchen Zuſtand des Draths. Gewöhnlich iſt er *negativ,* wenn ſie anfangen zu erſcheinen; dann aber wird er häufig *poſitiv,* mit allmähliger Zunahme und Wiederabnahme und mit Uebergang in den entgegengeſetzten Zuſtand, alle drei oder vier Minuten. Und dieſe Erſcheinungen

ſind ſo conſtant, daſs man jedes Mal, wenn der Drath negativ electriſch iſt, dieſes als ein ſicheres Zeichen anſehn darf, daſs Regen, Schnee, Hagel oder ein Nebel ganz in der Nähe des Apparats ſind, oder daſs eine electriſche Wolke nicht weit von ihm entfernt iſt.

3) Eine *geladene Wolke,* die ſich dem Drathe nähert, bringt in ihm manchmal Zeichen *poſitiver,* manchmal *negativer* Electricität hervor. In beiden Fällen wächſt die Ladung bis zu einer gewiſſen Gröſse, nimmt dann ab, geht in die entgegengeſetzte über, und wächſt als ſolche noch ſtärker an, als in dem Fall des erſten Maximum; vermindert ſich dann, verſchwindet, und kehrt zur erſtern Art zurück. Solcher Abwechſelungen ſind oft ſehr viele, und ſie folgen auf einander bald ſchneller, bald langſamer. Gewöhnlich nehmen ſie bei jeder Wiederholung an Intenſität zu, bis zuletzt ein ununterbrochner Strom dichter Funken aus dem atmoſphäriſchen Leiter auf die Kugel, welche ſie abführt, überſtrömt; dieſer Strom hört von Zeit zu Zeit auf, bricht dann aber mit mehr Stärke wieder hervor, und während dieſer ganzen Zeit iſt es, als ginge ein ſtarker Luftzug von dem Drathe aus. Man muſs dieſe ſchönen Erſcheinungen geſehn haben, um ſich einen richtigen Begriff von ihnen zu machen. Bei jedem *Blitze,* der ſich in der Nähe zeigt, erſcheint zwiſchen den Kugeln des Apparats, unter einem beſondern Geräuſche, ein Entladungsſtrom, von deſſen lebhaftem Lichte alle umherlie-

gende Gegenstände erleuchtet werden; das Rollen des Donners erhöht das Erhabene dieses Schauspiels. Ist der Beobachter isolirt, so hat er dabei nichts zu befürchten, und kann mit dieser herabgeleiteten Materie des Blitzes Drath schmelzen, Flüssigkeiten zersetzen, verbrennliche Körper entzünden u. d. m.; und werden die Wirkungen endlich von einer Gefahr drohenden Gröfse, so braucht er nur die Isolirung des Drathes aufzuheben, um sie in einem Augenblicke zu zerstören und die angehäufte Electricität unwahrnehmbar in den Boden abzuführen.

4) Ein *Nebel*, den der Wind vor sich her treibt, oder ein *Platzregen*, electrisiren den Apparat oft eben so stark, als eine electrische Wolke, wobei man die nämlichen Abwechselungen zwischen *plus* und *minus* wahrnimmt.

5) Gewöhnlich hat man bei *bedecktem Himmel* nur schwache Zeichen von Electricität; wenn der *Regen* herabfällt, hat mehrentheils die *negative* Electricität die Oberhand, hört er aber auf, so tritt wieder der *positive* Zustand der Atmosphäre ein.

6) Bei hellem *kaltem* Wetter ist die *positive* Electricität der Atmosphäre stärker, als an einem schönen Sommertage.

Folgende Ueberſicht zeigt die Folge der *Intensität* dieser electrischen Zeichen in den verschiedenen Jahreszeiten, wie sie den Erscheinungen in der

Atmoſphäre entſpricht, wobei die intenſiveren vorangehn und die ſchwächeren folgen:

a) Während des Erſcheinens von Wolken, in welchen man eine regelmäſsige Folge von Donnern hört.

b) Bei einem Nebel, den der Wind vor ſich her treibt, und den ein kleiner Regen begleitet.

c) Wenn Schnee oder Hagel in Menge herabfallen.

d) Während eines Platzregens, beſonders an einem heiſsen Tage.

e) Bei warmer Witterung, die auf naſſe Tage folgt.

f) Bei naſſer Witterung, die auf lange Trockniſs folgt.

g) Bei hellem Wetter und Froſt, Nachts wie Tags.

h) Bei hellem und heiſsem Wetter im Sommer.

i) Bei bedeckter Witterung.

k) Wenn der Himmel voll ſogenannter Schäfchen iſt.

l) Bei warmem Wetter, wenn leichte nebelartige Wolken am Himmel ſind.

m) In einer kalten feuchten Nacht.

n) Noch läſst ſich ein Zuſtand der Atmoſphäre hinzufügen, bei welchem die Luft am *mindeſten* electriſch zu ſeyn pflegt; er tritt dann [illegible] wann ein unter Einwirkung eines Nordoſt-[illegible]es; man hält ihn für beſonders ungeſund, [m]an kann ihn an einem Gefühle von Trok-

kenheit und von Kälte, welches er hervorbringt, und der kein Sinken des Thermometerstandes entspricht, erkennen.

Die *gewöhnliche Luft-Electricität* ist Nachts am schwächsten. Bei Sonnen-Aufgang wächst sie, nimmt gegen Mittag ab, wächst dann wieder, so wie die Sonne tiefer sinkt, nimmt darauf wiederum ab, und bleibt die Nacht über schwach. Diese Thatsache ist eine der belehrendsten, welche aus der Reihe von Beobachtungen mit dem mächtigen hier beschriebenen Apparate hervorgeht, und wird durch alle Beobachtungen bestätigt, welche man anderwärts über die atmosphärische Electricität angestellt hat. Sie beweist offenbar, daſs die nämlichen Ursachen, von welchen die Vertheilung der Feuchtigkeit in der Luft abhängt, auch auf die Electricität der Atmosphäre Einfluſs haben.

III.

Eine Probe von Hrn. Lukas Howard's meteorologischen Monatsberichten.

Herr Howard sieht sich durch seine Eintheilung und charakteristische Benennung der Abarten der Wolken in den Stand gesetzt, in seinen meteorologischen Registern Zustände mit zu verzeichnen, für die man bisher weder Zeichen noch Worte hatte, und die doch für die Witterungskunde von vielem Interesse zu seyn scheinen. Ich glaube die Witterungs-Beobachter zu verpflichten, wenn ich ihnen an einem Beispiele nachweise, wie er sich dabei benimmt. Als Probe wähle ich den ersten seiner Monatsberichte, welchen ich in englischen physikalischen Zeitschriften eingerückt finde, nämlich in Nicholson's *Journal* vom Jahr 1811 September. Von da an erschienen in diesem Journale ähnliche Berichte eine Zeit lang regelmäſsig Monat vor Monat; seit dem Beginnen von Thomson's *Annalen* rückt aber Hr. Howard sie in diese Zeitschrift ein, ganz in derselben Art und Form.

Die Beobachtungen in jeder Horizontalreihe umfassen eine Zeit von 24 Stunden, welche von 9 Uhr Morgens des angegebnen Tags bis eben dahin am nächsten Tage geht. Ein Strich bedeutet, daſs das Resultat in dem des folgenden Tages mit einbegriffen ist. Herr Howard fängt jeden Monatsbericht mit dem Tage an, an welchem das letzte Mondsviertel eintritt. Ob er sich zu seinen Beobachtungen eines Barometrographen und eines Thermometrographen bedient, finde ich nicht angegeben.

Für einige der Wolkenarten glaube ich schickliche deutsche Namen in Vorschlag gebracht zu haben, und fordere andre Physiker auf, für alle möglichst kurze und bezeichnende deutsche Ausdrücke in Vorschlag zu bringen, damit die Meteorologen sich ihrer gleich von Anfang an bedienen mögen.

1811 Juli	Wind	Luftdruck engl. Zoll größt.	kleinst.	mittler.	Temperatur größt.	kleinst.	mittler.	Verd. e. Z.	Regen e. Z.	
12	NW	30,03	29,91	29,97	76°	59°	67°,5 F.	—		☽
13	W	29,91	79	85	75	60	67,5	0,24	0,42	
14	SW	83	76	795	65	59	62	—	—	
15	S	83	80	815	71	59	65	—	—	
16	SW	85	83	84	70	54	63	0,43	—	
17	S	85	75	80	72	54	63	—	0,12	
18	SW	—	—	—	71	60	65.5	—	0,57	
19	SO	94	75	845	73	54	63.5	—	—	
20	W	94	90	92	64	53	58.5	0,47	0,79	●
21	Var.	88	82	85	60	53	56.5	—	1,61	
22	W	30,01	88	945	70	50	60	—		
23	NW	11	30,01	30,06	69	50	59.5	—		
24	NW	15	11	13	72	54	63	—		
25	NW	14	12	13	73	55	64	0,57		
26	SW	12	09	105	72	51	61,5	—		
27	N	09	29,91	00	74	55	64.5	—		
28	SO	29.91	85	29,88	78	54	61	0,32		☾
29	NO	30,11	85	93	75	54	64,5	—		
30	N	11	30,08	30,095	67	49	58	—		
31	NO	08	—	—	68	52	60	0,42		
Aug.										
1	NO	—	29.90	29.99	76	53	64,5	—		
2	S	29,90	69	795	73	51	62	—		
3	SW	67	58	625	76	51	63,5	0,43	0,11	
4	NW	73	60	665	68	54	61	—	0,27	○
5	S	65	62	635	66	52	59	0,29		
6	S	59	48	535	63	50	56,5	—	0,26	
7	NW	60	50	55	67	54	60,5	—	0,15	
8	SW	49	35	42	62	50	56	0,32	0,74	
9	NW	60	48	54	64	45	54.5	—	0,33	
10	NW	86	60	73	61	44	52.5	0,29	—	
		30,15	29,35	29,835	78°	44°	61°	3,78	5,37	

Bemerkungen.

Juli. Am 15ten etwas Regen gegen 2 Uhr Nachmittags. Am 19ten früh ein Gewitterregen; ein schöner Tag. Am 20sten und 21sten 48 Stunden lang Regen. Am 22sten Temperatur 60° F. (die gröſste in dieſem Zeitraum) um 8 U. Morgens. Am 26sten orangefarbne *Cirri* bei Sonnen-Untergang. Am 27sten Gewitterwolken; einige Regentropfen Nachm.; ſtarker Thau. Am 28sten *Cirro-Cumulus*-Wolken, ſehr ſchön, abwechſelnd mit *Cirro-Stratus*, und gefolgt von groſsen *Cumulis*; Abends einige Erſcheinungen eines entfernten Gewitters in Nordweſt.

Am 29sten parallele Streifen von *Cirro-Stratus*, die von Ost nach West strichen; Abendroth. Am 30sten windig, wolkig.

August. Am 2ten grosse hochstehende *Cirri.* Am 3ten *Cirro-Cumuli*, worauf *Cirro-Stratus* folgten; Abends überzogen, Nachts Regen. Am 4ten windig aus Südwest, Nachts; *Cumulo-Stratus* an verschiednen Himmelsgegenden bei Sonnen-Untergang. Am 6ten Nachmittags heftige Windstöße (*squall*) aus Nordwest mit Regen und Hagel; im fortziehenden *Nimbus* zeigte sich ein vollkommner und glänzender Regenbogen; Nachts windig. Am 7ten *Cumulo-Stratus* in der Dämmerung. Am 8ten sehr feucht Vormittags, ein Gewitterregen zu Mittage. Am 9ten stiegen grosse *Cumuli* auf, und kamen gegen Mittag mit den Wolken einer höheren Schicht in Berührung; vor 2 Uhr erfolgte ein Gewitterregen, und nach demselben zeigten sich beide Wolkenschichten wieder von einander getrennt, gegen 6 Uhr ein zweiter Gewitterregen, es blieb lange in Südost sehr dick, und der Regenbogen war dort fast 1 Stunde lang zu sehn; es war an diesem Tage fast gänzliche Windstille. Am 10ten fiel aufs neue Regen um Mittag, nachdem zwei Wolkenschichten sich mit einander vereinigt hatten.

Resultate.

Herrschende Winde: westliche.

	größter	kleinst.	mittl. der Periode	
Barometerst.	30″,15	29″,35	29″,835 e. Z.	
Thermometerst.	78°	44°	61°	F.
Verdünstung	3,78 e. Z.			
Regen	5,37 e. Z.			

Charakter: veränderlich, mit vielem Regen.

Ich füge hier noch aus neueren Berichten einige Resultate und Bemerkungen des Herrn Howard bei.

Aus dem Monatsberichte vom 15. November bis 13. December 1813.

Resultate.

Herrschende Winde: östliche.

Gröfste Höhe:	Barometer 30",18 e. Z.	Thermom.	56° F.
kleinste Höhe	29,02		25
mittlere in diesem Zeitraum	29,728		39,63

Verdünstung 0,37 e. Z. Regen 0,77 e. Z.

Der letzte Theil dieses Zeitraums zeichnete sich durch eine allgemeine Anlage zu den Krankheiten aus, die man gewöhnlich unterdrückter Ausdünstung zuschreibt, wovon das Detail in die medicinischen Berichte gehört. Was davon die Ursache zu seyn scheine, gehört jedoch hieher. Ich sage *scheine;* denn es giebt unbezweifslich Krankheit erregende Modificationen der Luft, welche zu entdecken, keins unsrer jetzigen Prüfungsmittel ausreicht.

Es herrschte während der genannten Zeit ein mäfsiger Ostwind, und das niedrig stehende Barometer stieg während derselben allmählig. Der Himmel war fast immer mit *Cirro-Stratus* bedeckt, unter welchen die Luft bis zur Erde herab sichtlich voll zerstreuter Wassertheilchen von der Dichtigkeit des *Thaues* war. Da die Sonnenstrahlen auf diese Art aufgefangen wurden, so blieb die Temperatur fast unverändert 40° F. Tags und Nachts, und die Verdünstung hörte beinahe auf. Unter diesen Umständen konnte sich die Electricität nicht anhäufen; daher konnte, obgleich manchmal Sprühregen eintraten, die Luft doch nicht durch einen Regengufs sich aufklären.

Nun aber wird durch die Haut eine tropfbare Flüssigkeit ausgedünstet, mit einer der Circulation entsprechenden Kraft und Menge; daher sind die gemeinen Ge-

setze der Verdünstung der Flüssigkeiten hier anwendbar. In einer schon mit Feuchtigkeit beladnen Luft kann folglich die Haut nur sehr langsam ausdünsten, selbst wenn die Temperatur gleich ist der der Haut; daher wird das ganze Muscularsystem in ihr abgespannt, und Herz und Arterien wirken minder kräftig. Ist die Luft zu einer solchen Zeit auch nur mäſsig kalt und sehr Licht- und Electricitäts-leer, so fehlt es an der erregenden Wirkung der Nerven, welche von *plötzlichem* Wärmeverlust und von den beiden letztern *Stimulis* herrührt; kurz eine solche Luft, die auf trockne und helle Luft folgt, ist ein besänftigendes Mittel (*a sedative*), und wirkt der Kraft der Gesundheit, selbst bei Starken, immerfort unmerklich entgegen. Und da zugleich der gewöhnliche ausscheidende Procefs der Haut zurückgehalten und die *vis a tergo* geschwächt wird, so dürfen wir uns nicht verwundern, wenn die Materie der Ausdünstung in den feinen Extremitäten der Haut-Arterien stehn bleibt, oder auf irgend eine ausscheidende Oberfläche im Innern hingeworfen wird, und wenn die Haut einen krampfhaften Zustand annimmt, und daraus Fieber und örtliche Entzündungen entstehn. So läſst sich in diesem Falle der der Krankheit günstige Zustand der Luft erklären, ohne daſs man irgend eine verborgne Beschaffenheit derselben anzunehmen braucht.

Tottenham, 12te Monat, 23, 1813.

L. Howard.

Aus dem Monatsbericht vom 14. December bis 12. Januar 1814.

— — Vom 26. bis 31. *Dec.* hatten wir auf einander folgende dicke *Nebel* (*fogs*) bei Windstille oder

schwachem NO-Wind; am 30sten klärte sich die Luft ein wenig auf, und den Tag über war es schönes Wetter, es entfalteten sich *Faser-Wolken* mit vielem Roth am Morgen- und Abend-Himmel. Der eigenthümliche *Geruch der Electricität* liess sich vor Kurzem verspüren, als die Luft sich bei Sonnen-Untergang aufklärte.

4. *Januar.* Die Nebel *(mists)*, die aufs Neue mehrere Tage über geherrscht und das Reisen gefährlich gemacht haben, gehörten wahrscheinlich zu der Modification *Stratus.* Die Luft war in der That mit solchen Theilchen frierenden Wassers beladen, welche in einer höheren Region würden Schnee erzeugt haben. Diese hingen sich an alle Gegenstände, und krystallisirten sich aufs regelmässigste und schönste. Ein Grasblatt wurde so in einen ziemlich dicken *Stalagmiten* verwandelt; manche mit Krystallbüscheln bedeckte Sträucher sahen aus als stünden sie in Blüthe; andere fester befrorne glichen gigantischen weissen Korallen. Die Blätter immergrünender Pflanzen waren mit einem durchsichtigen Eisfirniss, mit niedlicher grüner Borte überzogen. Mit bewundernswürdiger Pracht zeigten sich luftige Bäume, wenn man sie bei Sonnenschein gegen den blauen Himmel sah. Als zuletzt die Sonne durchbrach und den Reif auflöste, fiel er ungeschmolzen herab, und lag unter den Bäumen in Haufen, worauf tiefer Schnee, welchen Ostwind herbeiführte, die ganze Scene bedeckte. — Am 6ten ein dunkler Morgen; während des Tags fiel Schnee, der an der Erdfläche eine Wärme von 33 bis 44° (34° ?) F. hatte, und statt von dem Winde als loser Staub fortgetrieben zu werden, sich ballte und als Kugeln hinrollte, die beim Rollen

anwuchſen, bis ihr Gewicht ſie feſt hielt. Auf den Feldern ſah man viele Tauſende liegen, die mehrere Zolle im Durchmeſſer hatten. — —

Aus dem Monatsbericht vom April 1814.

Das *Nordlicht*, welches in dieſen Gegenden in den letzten Jahren etwas ſehr Seltenes geworden iſt, erſchien in vergangner Nacht (11. oder 17. April?.) mit nicht groſsem Glanze, aber mit den charakteriſtiſchen Kennzeichen dieſes Meteors. Um 11 Uhr Abends, als ich darauf aufmerkſam wurde, zeigte es ſich als eine weiſse Lichtmaſſe, die zum Theil von Wolken unterbrochen war, und ſich von Nord bis Nordweſt bis zu einer mäſsigen Höhe erhob, mit einer kurzen breiten Lichtflamme (*ſtreamer*), die an beiden Enden aufſtieg. Nach dieſem wurde es ein Bogen, der aus ähnlichen vertikalen Maſſen faſerigen Lichtes beſtand, welche ſich nacheinander bewegten, und dabei in ihrer Polarität und gekrümmten Anordnung blieben. Beſonders lief eine breite Flamme ſchnell faſt durch die ganze Länge des Bogens von Weſt nach Oſt, in welcher Richtung das Uebrige ſich gröſstentheils bewegte. Einige dieſer Maſſen glänzten ſtärker, und eine zeigte Farben. Nachdem dieſe Erſcheinung einige Mal aufgehört hatte und wieder erſchienen war, zog ſich das in Nord befindliche Licht mehr nach Oſt und Weſt, und wurde ſchwächer; um Mitternacht hörte ich auf es zu beobachten.

IV.

Einige meteorologische Beobachtungen in Beziehung auf Hrn. Lukas Howard's und Hrn. De Luc's Ideen,

ausgezogen aus Briefen an Nicholson

geschrieben von

Th. Forster, Esq.; (Clapton, Hackney).

---

1) *Bemerkungen bei einem Gewitter, angestellt am 19. August 1811.*

Der 18te war ein warmer Tag, da das Thermometer bis auf 73° (?) F. (18⅜° R.) stieg. Die Haufen-Wolken *(Cumuli)* waren während desselben die herrschenden, doch erschien gegen Abend der *Cirrus.*

Am 19ten vor 8 Uhr Morgens war der Himmel wolkig. Ich bemerkte zwei Wolkenschichten *). Die obere schien ein gleichförmiger Wolken-Schleier zu seyn; unter diesem schwebten lose flockige *Cumuli*, und an einigen Stellen schienen grosse Massen zu demselben hin gezogen zu werden und an der Oberfläche desselben zu hängen, welches einen ungewöhnlich welligen Himmel bildete, der

*) *Strata*, sagt Hr. Forster; den Namen *Stratus* beschränkt Hr. Howard blos auf Nebelschichten, die an der Erde liegen; die hier beschriebnen Wolken würde er wahrscheinlich einen *Cumulo-Stratus* genannt haben. *Gilb.*

immer dichter wurde. Ungefähr um halb 9 Uhr hörte ich einen einzigen Donnerſchlag, gleich dem Knall einer groſsen metallnen Kanone, und etwa 20 Minuten darauf 2 ſolche Schläge, einen ſchnell hinter dem andern, unmittelbar von einem langen und lauten Rollen begleitet. Das Gewitter kam nun ſehr ſchnell herauf in einer Richtung, welche dem untern Windſtrich beinahe gerade entgegen war, mit heftigem Regen, Donner und Blitz. Als das Gewitter aufgehört hatte, ſah man wieder *Cumuli* unter einer zuſammenhängenden Wolkenſchicht hinſegeln; einige von dieſen waren loſe Flocken, andre groſse gut begränzte Maſſen. Sie verloren ſich allmählig in die obere Schicht; der Himmel wurde wieder ſchwarz, und es ſing wieder an zu donnern, zu blitzen und zu regnen.

Während des Gewitters hörte ich, auſser dem Rollen des Donners, eine andre einzelne laute Exploſion, welche klang wie der hohle Knall eines Mörſers, und welchem ein ſehr lebhafter Blitz vorherging. Ich führe dieſen Umſtand an, weil ich oft während Gewitter zwei ſehr unähnliche Arten von Donner gehört habe. Die eine iſt ein langes Rollen, das während ſeiner Dauer immer lauter wird. Die andre iſt eine laute und ſcharfe Exploſion von kurzer Dauer, und oft ein einziger Knall, wie ein Kanonenſchuſs. Der Blitz, der dieſem letzteren vorhergeht, iſt gewöhnlich lebhaft und Unglück bringend, und fährt geradlinig in die Erde herab, oder auf einen hervorragenden Gegenſtand zu, als

auf hohe Bäume, Thürme u. ſ. f. So oft es einſchlägt, ſcheint ein Donner dieſer Art auf den Blitz zu folgen. Hr. van Mons ſchreibt den erſten einem Entzünden von Knallgas, letzteren dem Entweichen der Electricität aus einer geladnen Wolke zu *). Beim Einſchlagen ſcheint auf den Blitz in der Regel ein Donner letzterer Art zu folgen. Die Veränderungen des Windes in der niedern Luft zur Gewitterzeit, und der dieſen entgegengeſetzte Wind in den höhern Luftregionen, laſſen ſich am beſten durch kleine Luftbälle erforſchen. Ich habe häufig mehrere ſteigen laſſen, und ſie durch verſchiedne Luftſtröme fortbewegt geſehn.

---

2) *Bemerkungen bei einem Regen.*

Der 18. Mai 1811 war ein ſtiller und warmer Tag; am Nachmittage bemerkte ich mehrere Wolken-Modificationen in verſchiednen Höhen am Himmel zerſtreut. An einigen Stellen ſtanden deutliche *Cirro-Stratus;* an andern zeigte ſich eine Neigung zu *Cirro-Cumulus*-artigen Anhäufungen, indem

*) Jeder ganz nahe entſtehende Donner läſst ſich nur wie Ein Knall hören; entfernte Donnerſchläge ſind immer mit Rollen verbunden. Daſs es in der Atmoſphäre kein Waſſerſtoffgas bleibend giebt, iſt durch die Verſuche der Herren von Humboldt und Gay-Luſſac hinlänglich dargethan, und daſs, während eine Wolke mit Electricität geladen iſt, in ihr Waſſerſtoffgas durch Waſſerzerſetzung ſich bilden könne, iſt durch keinen einzigen Verſuch nachgewieſen. G.

ſich die *Cumuli* verdichteten, und Wolken-Faſern ihre Gipfel durchkreuzten, wodurch *Cumulo-Stratus* entſtanden, welche am Horizonte majeſtätiſch ſtanden, Bergen gleich, mit rieſenmäſsigen Spieſsen in ihren Gipfeln. An andern Stellen ſchien der Proceſs der *Nimbification* ſchnell vor ſich zu gehn, und lieſs ſich Donner aus der Entfernung hören. Gegen 6 Uhr zeigte ſich der Himmel unter der herabſteigenden Sonne durch die Wolken von einer ungewöhnlichen bräunlichen Farbe. Späterhin wurden die Wolkenberge am Horizonte dunkel, blau mit vergoldeten Rändern, und Heerden von *Cumulus* zogen mit dem Wind, und warfen dunkel gefärbtes Licht zurück. Zuletzt verloren alle Wolken die Charaktere, welche ihre Modificationen unterſchieden, und wurden eine dichte Maſſe, die aus ſich Regen ergoſſen, welcher die Nacht über anhielt. Am 19ten regnete es den ganzen Morgen; gegen Abend klärte der Himmel ſich zwar auf, die zuſammenhängende Wolkenſchicht beſtand aber fortdauernd, obgleich der Wind ſtark aus Norden blies. Früh Morgens am 20ſten verdunkelte noch dieſelbe gleichförmige Wolkenſchicht den Himmel; als aber der Tag fortſchritt, brach ſie, und es ſchien dieſe dichte Schicht des *Nimbus* ſich wieder in die verſchiednen einzelnen Wolken-Modificationen zu zertheilen, durch deren Zuſammentreten ſie entſtanden war. Ein Theil ſtieg in höhere, verhältniſsmäſsig minder windige Gegenden hinauf, und bildete *Cirro-Cumulus*, die an einigen Stellen

Reihen (Schwaden) Heu glichen, an andern aus kleinen runden, verschieden gestalteten Wölkchen und *Cirro-Stratus* bestanden, die jeder aus flachen Schichten dünnen Dunstes mit gezähnten Rändern oder aus Streifen zusammengesetzt waren. Andre Theile des Nimbus sanken herab, und trieben in einer niedrigeren Region als eine Heerde Haufenwolken (*Cumulus*) bei starkem Winde hinter einander her. Der Tag wurde sehr schön. Am Abend schienen sich die unterschiedenen Modificationen wiederum in einen allgemeinen Nebel verloren zu haben, der die Luft anfüllte und, als es dunkler wurde, sehr roth erschien, und sich an einigen Stellen verdickte, welche wiederum zu dichten *Nimbis* wurden, aus denen lebhafte Blitze drangen. Gewitter dauerten die ganze Nacht hindurch fort.

Dass am schönen Theile des Tages die Wolkenmasse sichtlich abnahm, ist ein Beweis, dass als die Nimbus-Schicht welche Morgens den Himmel bedeckte, sich wieder in die verschiedenen Wolken-Modificationen trennte und zertheilte, durch deren Zusammenfallen sie vorher entstanden war, die Luft einen grossen Theil dieser Wolkenmasse absorbirt haben muss. Diese Vermuthung wurde durch die grosse Durchsichtigkeit, welche die Luft, und die dunkelblaue Farbe, welche der Himmel zwischen den einzelnen sich trennenden Wolken hatten, bestätigt.

---

3) *Bemerkungen an einer De Luc'schen trocknen Säule.*

Clapton, Hackney, d. 18. März 1811.

— — Die De Luc'sche trockne Säule ist Ihren Lesern bekannt. Einer meiner Verwandten hatte zu *Walthamstow* das Pendel zwischen der + und — -Kugel mehrere Monate lang in unterbrochnem regelmäſsigem Schwingen gesehn. Am 4. September 1810 fing es an sehr unregelmäſsig und in langen Zwischenzeiten zu schwingen; diese hielt an bis zum 16. October, und dann stand es ganz still. Während dieser Periode unregelmäſsigen Schwingens herrschte eine ganz besondere Witterung: starke Ostwinde, sehr helle Nächte mit vielen Sternschnuppen, so ausnehmende Trockenheit in der Luft, daſs das Hygrometer unnütz wurde, und verschieden und vielfach gestaltete Faser-Wolken *(Cirri)* und *Cirro-Stratus*, auf die nicht, wie gewöhnlich, Regen folgte. Am 16. Octbr. trat aufs Neue eine merkwürdige Veränderung der Witterung ein; starker Südwind, und vorherrschende Neigung, gefleckte Cirro-Stratus-Wolken zu bilden, kündigten herannahenden Regen an. Er trat in der Nacht ein, und das regnigte Wetter dauerte mehrere Wochen lang. Ungefähr vor einer Woche trat die nämliche Witterung wieder ein, welche vom 4ten September bis 16. October geherrscht hatte, ausnehmende Trockenheit der Luft, heftiger Ostwind,

Nachts Sternschnuppen, und dieselbe Art von Faser-Wolken, welche offenbar eine grosse Störung in dem electrischen Zustande der Atmosphäre anzeigt; *und das Pendel der De Luc'schen Säule ist, nachdem es sehr unregelmäfsig eine Woche lang geschwungen hatte, wieder zum völligen Stillstehn gekommen.* Es scheint also wirklich ein Zusammenhang zwischen dem *electrischen* Zustande der Luft, den die erwähnten Umstände anzeigen, und zwischen den Erscheinungen an Hrn. De Luc's trockner Säule und dem Schwingen des Pendels derselben Statt zu finden.

N. S. Es ist merkwürdig, dafs sich jetzt das Wetter wieder völlig verändert hat. Als ich diesen Morgen aufstand, bemerkte ich durch den Nebel, der die Erde bedeckt, den *Cirro-Cumulus;* das Hygrometer zeigt Zunahme von Feuchtigkeit in der Luft, *und das Pendel in Hrn. De Luc's Säule schwingt wieder, zwar langsam, doch regelmäfsig.*

V.

Ueber einen in Vorschlag gebrachten Blitzableiter an dem Domthurme in Paderborn;

ein Gutachten, abgefordert durch ein hohes königl. preuſs. Civil-Gouvernement zwiſchen Weſer u. Rhein,

von

Bodde, Prof. d. Chem. u. Medic. Rath zu Münſter.

Ehe ich das von mir geforderte Gutachten über den erwähnten Blitzableiter gebe, will ich im Allgemeinen erörtern, worauf es bei Blitzableitern ankömmt, und aus der Natur der Electricität Geſetze für die Anlegung derſelben überhaupt ableiten, um ſie dann auf den in Paderborn anzulegenden Blitzableiter anzuwenden.

Daſs der Blitz ſich bei Gewittern nicht, ſo wie manche Phyſiker es lange geglaubt haben und noch glauben, in willkührliche Feſſeln legen laſſe, davon hat er uns ſchon viele, meiſtens unbeachtete, auch wohl übel verſtandene Beweiſe gegeben, und einen ſolchen noch am 11. Januar d. J., in unſerer Nähe, (in Düſſeldorf und Dortmund,) verſtändlich genug wiederholt *).

*) An beiden Orten traf der Blitz am 11. Januar d. J. Gebäude, die mit Blitzableitern verſehen waren: in Düſſeldorf den Blitzableiter am Lambertithurm, in Dortmund den auf dem Reinoldithurm, und zündete. *B.* (Man vergl. das vorhergehende Stück dieſer Annalen. *G.*)

Die Erfahrung muſs es lehren, ob, mit dem wiſſenſchaftlichen Fortſchreiten, die Kunſt es in der Anlegung der Blitzableiter ſo weit bringen werde, daſs wir ein unbedingtes Zutrauen zu ihnen hegen dürfen; oder ob wir den kühnen Gedanken des verewigten Franklin, den Blitz der Erde friedlich zuzuleiten, in einigen Verhältniſſen als praktiſch unausführbar aufgeben, ja wohl gar als gefährlich verwerfen müſſen.

Die Natur der Electricität iſt Entzweiung; nur in dieſer erſcheint ſie, oder wenn man lieber will, ſie erſcheint in zwei entgegengeſetzten Polen, deren einer, bei Gewittern, die mit der Erde in Wechſelwirkung ſtehen, in der Atmoſphäre, und der andre in der Erde, oder in einem Stellvertreter derſelben liegt, gleich zwei entgegengeſetzten Kräften, die mit Nothwendigkeit auf dem kürzeſten Wege nach Einigung und Ausgleichung ſtreben, und deren Indifferenzpunct zwiſchen beiden Polen in der Mitte liegt.

Zwei entgegenſtrebende Kräfte beſtimmen die Richtung des Entgegenſtrebens eben ſo gewiſs, als zwei Puncte eine gerade Linie beſtimmen. Die Richtung des electriſchen Entgegenſtrebens iſt folglich mit Nothwendigkeit gegeben.

In dem Augenblicke der Ausgleichung oder der Entladung darf man ſich die electriſche Spannung in zwei Puncten, als den Gränzen der Lichtbahn, die den Strahl bezeichnet, denken. Aber in der Wirklichkeit iſt es nicht ſo. Die electriſche Span-

zung ist vielmehr in zwei entgegengesetzten Flächen oder besser Sphären befangen; erst bei eingetretener Schlagweite erfolgt der Durchbruch an den wenigst abstehenden und bestleitenden Puncten, und die Mitbefangenheit ergiesst sich zur Ausgleichung nach diesen Puncten.

Die electrische Entzweiung, worin Atmosphäre und Erde befangen sind, theilt sich auch, nach dem Maasse der Leitungsfähigkeit und Capacität, den Gegenständen über der Erde mit. Erfolgt, nach geschehener Mittheilung, eine Entladung oder Ausgleichung der electrischen Entzweiung; so erfolgt dieselbe nicht blos zwischen Atmosphäre und Erde, sondern auch die Gegenstände über derselben nehmen Theil daran nach der Grösse des Mitbefangenseyn.

An Blitzableitern müssen somit folgende Aufgaben gelöst seyn.

a. Dass die Ausgleichung oder Entladung zwischen Atmosphäre und Erde durch gute Leiter bewirkt; noch mehr aber,

b. dass vorgebeugt werde dem electrischen Mitbefangenseyn der zu schützenden Gegenstände über der Erde.

Ich habe bereits angeführt, dass die Richtung des Entgegenstrebens oder des electrischen Stromes in der Entzweiung gegeben ist; dass die electrisch entzweiten Kräfte auf dem kürzesten Wege nach Einigung und Ausgleichung streben. Die Leitung eines electrischen Stromes steht daher nur dann in

erwarten, wenn die Richtung des Entgegenstrebens mit der Richtung des Leiters zusammenfällt, oder wenn dieser eine solche Lage hat, dass er jene Richtung in Seitenrichtungen auflösen kann.

Eine Construction wird das Gesagte anschaulicher machen. *NN* (Fig. 1) sey eine electrische Wolke, *TT* die ihr gegenüberstehende Erde. *NN* habe +E, so hat *TT* nothwendig ein gleich großes —E, und die Richtung des Entgegenstrebens der beiden entzweiten Kräfte +E und —E ist eine gerade Linie. Sie kann keine andere seyn, als ..... *AB*; mit dieser muss der Leiter zusammenfallen. Ich deute ihn an durch die Stange *CD*.

Jede Kraft und jede durch dieselbe gegebene Richtung lässt sich in Seitenkräfte und Seitenrichtungen auflösen; daher darf auch die gerade Richtung *AB* (Fig. 1), worin +E und —E entgegenstreben, in zwei Seitenrichtungen aufgelöst gedacht werden, und ein auf der Stange *CD*, als der Basis, errichtetes gleichschenkliches Dreyeck *CGD* gewährt uns in den Schenkeln *CG* und *GD* das Bild eines schief abwärts gehenden Blitzableiters, woran die beiden Schenkel, in Beziehung auf Leitung, den nämlichen Werth haben.

Zur Lösung der ersten Aufgabe: die Entladung zwischen Atmosphäre und Erde durch gute Leiter zu bewirken, ergeben sich also folgende Regeln:

1. Man gebe den Blitzableitern eine Lage, die mit der Richtung des electrischen Entgegenstrebens zusammenfällt, zwischen Wolke und Erde,

d. h. eine lothrechte. Und wo diese nicht ausführbar ist, gebe man

2. den schiefen Ableitern schiefe Zuleiter unter den nämlichen Winkeln und in den nämlichen Ebenen.

Daraus erhellet nun auch, dass mehrere Ursachen der Unzulänglichkeit unsrer bisherigen Blitzableiter in der Art der Anlegung derselben liegen; so sehr auch Sachverständige jedes Mal, bei ungünstigen Ereignissen, bemüht gewesen sind, dieselben in Neben-Verhältnissen aufzusuchen, um sich und das Publikum wieder zu beruhigen. Strenge Forscher blieben aber doch bei den mühsam aufgefundenen Mängeln unbefriedigt *).

Die ersten von Franklin in Vorschlag gebrachten Blitzableiter waren sehr einfach; sie waren senkrecht, oder wichen doch nicht sehr von der senkrechten Lage ab, und jede Auffangsstange hatte ihren Ableiter. In der Folge aber wollte man mit Wenigem Vieles thun; man gab zwei und mehreren Auffangspuncten nur einen einzigen Ableiter; man verband die Auffangspuncte in allen Arten von Richtungen mit einander und mit dem Ableiter; und fand man an den Gebäuden Hervorragungen, so bewaffnete man dieselben mit Metall, und war zufrieden, wenn man nur irgend eine Ver-

*) Schon vor mehreren Jahren habe ich dieses in einer kleinen Schrift: Grundzüge zur Theorie der Blitzableiter, Münster bei Friedr. Theissing 1809, theoretisch entwickelt, und die in der Natur der Electricität geschöpften Behauptungen durch unläugbare Thatsachen nachgewiesen. B.

bindung zwischen ihnen und dem Ableiter ausmitteln konnte, unbekümmert, ob die Verbindung lothrecht, schief abwärts, sohlig oder wohl gar aufwärts ging.

Lassen wir uns nicht länger durch die leitende Eigenschaft der Metalle irre führen. Sie ist in ihren Wirkungen nicht unbeschränkt, und kann die Richtung der entgegenstrebenden Kräfte blos modificiren, nie vernichten. Und doch ist diese Vermuthung in den meisten unserer Blitzableiter, ohne dass man es sich hat gestehen wollen, wirklich ausgesprochen, dadurch, dass man zwei in gerader Richtung entgegenstrebende Kräfte durch wagerechte Leiter mit einander parallel leiten, oder wohl gar, (indem man die leitende Verbindung über grössere oder geringere Erhabenheiten hinbog,) in ihrem Streben nach Ausgleichung von eiander entfernen wollte.

Ich will suchen das Gesagte auch durch Construction zu versinnlichen, und zwar in jenen Formen der Blitzableiter, die am meisten gäng und gebe sind, und von Hemmer und Reimarus selbst, oder doch, nach deren Mustern und Vorschriften, von andern angelegt worden sind. Dass man bei Anlegung der Blitzableiter ausgegangen ist von der irrigen Voraussetzung, die thätige Kraft sey allein in der Wolke, nur von da her habe man den electrischen Strom zu erwarten, und der Erde oder dem Wasser zuzuleiten, — davon überzeugt uns schon die oberflächlichste Ansicht dieser Blitzableiter.

Der Blitzableiter mit seinem Auffangspuncte sey *pABC*, der von *A* bis *B* wagerecht läuft, oder auch wohl über die Erhöhung *x* hingebogen ist, und erst bei *B* anfängt nach *C* abwärts zu gehen (Fig. 2). Im Umrisse *ABCD* liege das Gebäude, welches durch den Blitzableiter *pABC* gesichert werden soll; die Wolke *NN* sey +E, so ist die ihr gegenüberstehende Erde *TT* nothwendig —E, und die Richtung des Entgegenstrebens ist die lothrechte *FD*. Sobald die Entzweiung zwischen Atmosphäre und Erde gesetzt ist, und endlich die Entladung am Auffangspuncte *p* erfolgt, rückt auch —E in der Richtung *DA* hinauf, und dies um so eher, weil ein Gebäude in der Regel weniger Widerstand leistet, als die Luftschicht zwischen *F* und *p*. An Leitung durch einen Blitzableiter solcher Art ist gar nicht zu denken. Sollte +E von *A* bis *B* geleitet werden, so müfste auch —E in dem nämlichen Maalse von *D* bis *C* fortrücken; dazu ist aber kein Grund vorhanden. Noch weniger kann +E über die Erhöhung *x* geleitet, und in dem Streben nach Einigung von der Gegenkraft —E entfernt werden.

Es ist daher klar, dafs an Blitzableitern alle Theile zwecklos sind, die ausser der Richtung des electrischen Entgegenstrebens fallen, oder diese Richtung in sich ganz vernichten. Ueberflüssig und täuschend sind daher alle wagerechte Leiter in dieser Lage, so lange das Entgegenstreben senkrecht ist. Die Spuren der Zerstörung nach einer Ent-[illegible]g hätten uns dies schon von jeher lehren

können. Untersuchen wir dieselben etwas genauer, so finden wir immer, dass der Blitz, so lange die electrische Entzweiung zwischen Wolke und Erde bestand, nie guten Leitern in wagerechter Lage gefolgt ist; wohl aber, dass er solche gewählt hat, die eine, wenn auch nur etwas, abwärts geneigte Lage hatten.

Man hat schon lange eine Wolcke und die ihr gegenüberstehende Erde, in so weit sie sich in electrischer Entzweiung befinden, mit den Belegen einer Kleistischen Flasche verglichen, und die Blitzableiter als Auslader angesehen. Je mehr diese Vergleichung Beifall erhalten hat, desto auffallender ist es, dass das, was über Auslader so oft und so richtig gesagt ist, so wenig zu einer richtigeren Anlegung der Blitzableiter beigetragen hat. Kein Experimentator, der mit der Electricität bekannt ist, wird es wagen, dem Auslader einer grossen Batterie die Form und die Lage des Blitzableiters *pABC* (Fig. 2) zu geben.

Bei schief abwärts gehenden Blitzableitern hat man eben so wenig die durch electrische Entzweiung gegebene Richtung des Entgegenstrebens im Auge behalten. Lasst uns auch bei dieser Form der Blitzableiter (Fig. 3) annehmen, die Wolke *NN* habe +E, und die gegenüberstehende Erde *TT* —E, so ist die Richtung des Entgegenstrebens gegeben in der Lothrechten *FD*. An diese schliesse sich an der Blitzableiter *pABC*, so wie er an der Abdachung eines Gebäudes von *A* bis *B* schief abwärts, und

erst von *B* bis *C* mehr oder weniger lothrecht in die Erde oder ins Wasser geht. Erfolgt die Entladung am Auffangspuncte *p*, so wird +E mit Nothwendigkeit in die schiefe Richtung *AB* gebracht. Die Neigung der Linie *AB* sey welche sie wolle, so können von *A* an gerechnet wenigstens mehrere Linien aus *D* nach *AB* gezogen werden, die kürzer sind als *AD*; es ist also in der schief abwärts gehenden Richtung *AB* weniger Widerstand als in der Diagonale *AD*. Aber sobald +E in die Richtung *AB* abgelenkt wird, muss auch eben so nothwendig —E, in einem gleichen Streben nach Einigung, seine Richtung ändern. Diese kann keine andere seyn, als, nach der nämlichen Seite hin, die Richtung *DG*. Wenn gleich, der beschleunigten Bewegung wegen, die Seitenrichtung des —E, hier *DG*, keine gerade Linie seyn kann, so ist doch der Indifferenzpunct des Entgegenstrebens der beiden entzweiten Kräfte im Durchschnittpuncte der beiden Seitenrichtungen, in *G*. Man glaubte +E durch *B* und *C* zur Erde herableiten zu können; aber dann müsste —E im gleichen Maasse söhlig von *D* bis *C* fortgerückt werden; und dazu ist wieder kein Grund vorhanden.

Nach dieser Abschweifung, welche mir nöthig schien, kehre ich zurück zu der zweiten der oben aufgestellten Forderungen, nämlich, dass dem electrischen Mitbefangenseyn vorgebeugt werden solle. Ist ein Gegenstand über der Erde, z. B ein Gebäude, nach dem Maasse seiner Leitungsfähigkeit

und Capacität in der Entzweiung mitbefangen, so sind unsere künstlichsten Blitzableiter nicht mehr im Stande, das Gebäude vor Theilnahme an der Entladung zu schützen. Sie dienen dann höchstens nur zur Ausgleichung der electrischen Spannung, in so weit diese noch zwischen Wolke und Erde für sich besteht; wobei aber offenbar das Gebäude, nach der Gröſse des Mitbefangenseyns, einer Theilnahme an Entladung blosgestellt bleibt.

Hier kömmt noch ein mislicher Umstand in Betracht. Ein in electrischer Entzweiung mitbefangenes Gebäude hat in seinen Theilen meistens eine ungleiche Leitungsfähigkeit. Die dadurch nothwendig gewordene ungleiche Vertheilung der Electricität verursacht somit auch in dem Gebäude selbst bei einer Entladung theilweise Ausgleichungen, die sowohl dem Gebäude als dessen Bewohnern gefährlich werden können.

Es ergiebt sich also von selbst, daſs, wenn wir durch Blitzableiter Schutz bewirken wollen, wir dieselben so anlegen müssen, daſs der ganze der Erde zugekehrte Pol der electrischen Spannung, durch Zuleiter von unten her, heraufgerückt werde, so daſs der Indifferenzpunct des Entgegenstrebens über dem Gebäude, zwischen dem äuſsersten Pole des Zuleiters und der electrischen Wolke, hervortrete. Unsere sogenannten Blitzableiter müssen wahre Stellvertreter der Erde und der zu schützenden Gebäude werden.

Ein Gebäude ganz dem electrischen Mitbefangenseyn zu entziehen, und durch gute Leiter vertreten zu lassen, gehört unstreitig zu den schwierigsten Aufgaben in der Blitzableitungskunst, auf deren völlige Lösung wir in der Anwendung wohl Versicht leisten dürfen. Das Ideal können wir nicht erreichen, wir müssen uns mit einer Annäherung begnügen, und zufrieden seyn, wenn durch gute Leiter von unten her der electrischen Spannung in Gebäuden so weit vorgebeugt wird, dass bei einer Entladung keine gefährlichen Durchbrüche in denselben entstehen können.

Ueber die Anzahl und Capacität der zu jenem Zwecke nöthigen Zuleiter von unten her, muss die Erfahrung entscheiden. Es darf aber als wahr angenommen werden: dass mit der Anzahl zweckmässig angelegter Zuleiter die Sicherheit wachse.

Bei Anlegung vieler unsrer bisherigen Blitzableiter bewaffnete man an Gebäuden alle Ecken und Hervorragungen mit Metall. War durch ein früheres Einschlagen der Weg, den der electrische Strom genommen hatte, bekannt, so liess man an dieser Stelle einen Ableiter herunter gehen, u. s. w. Dass an den Ecken und Spitzen der Gebäude die meisten Entladungen erfolgen, lehrt die Erfahrung; eben so richtig giebt uns auch, in den meisten Fällen, der einmal vom electrischen Strome gewählte Weg die bestleitende Stelle zu erkennen. Lasst uns daher an einem mittelmässigen Gebäude die Ecken und früherhin getroffenen Stellen mit Zu-

leitern von unten her versehen. Bei grösseren Gebäuden werden wir leicht veranlasst werden, mehrere Zuleiter anzubringen.

Ueberhaupt dürfen wir es schon als eine wesentliche Verbesserung der Blitzableiter ansehen, wenn wir der Erdseite jene Sorgfalt schenken, die man bisher der Luftseite meistens mit Verschwendung zugewandt hat; wenn wir bei Anlegung der Zuleiter von den oben abgeleiteten Regeln nicht mehr, als die Verhältnisse es fordern möchten, abgehen; und wenn wir endlich, damit die Entladung von einem Puncte aus geschehe, alle Zuleiter oben in leitende Verbindung setzen.

Ob wir auf diesem Wege wahre Stellvertreter der Gebäude erhalten, und durch sie alle gefährliche Durchbrüche in denselben verhüten werden, darüber mögen unsere Nachkommen in so viel Jahren, als wir gebraucht haben, um die Unzulänglichkeit unserer bisherigen Blitzableiter zu erkennen, nach Erfahrungen entscheiden.

Nach dieser Vorausschickung halte ich den für den Domthurm in Paderborn (Fig. 4) in Vorschlag gebrachten Blitzableiter für unzulänglich *). Es steht nach den bisherigen Erfahrungen nicht zu erwarten, dass ein einziger in die Erde gesenkter

*) Die Grundfläche des *Domthurmes zu Paderborn* ist ein Viereck, dessen Seiten 34 bis 36 Schuh halten. Die in Vorschlag gebrachte Sicherungsanstalt ist durch lange abgesetzte Striche angedeutet; die von mir nöthig erachteten Veränderungen und Zusätze habe ich dagegen durch punctirte Linien bezeichnet. *B.*

Kupferstreifen den der Erde zugekehrten Pol der electrischen Entzweiung über den Thurm heraufleiten, dadurch dem electrischen Mitbefangenseyn in einem so geräumigen Gebäude vorbeugen, und, im Fall einer Entladung, die Theilnahme an derselben verhüten werde.

Er ist, wie alle unsere Blitzableiter, nur auf einen einseitigen Strom von oben her berechnet, da es doch in der Natur der Electricität liegt, daſs er nicht einseitig seyn kann.

Die über dem Forste nach den Giebelspitzen söhlig gehenden Kupferstreifen sind in dieser Lage zwecklos, so lange sie nicht besser mit der Erde in leitende Verbindung gesetzt werden. Die um den Rand des Fuſses des kleinen, auf dem Dache reitenden Thürmchens gezogenen Kupferstreifen können nie einigen leitenden Werth erhalten, weil sie in ihrer Lage jede mögliche Richtung eines electrischen Entgegenstrebens in sich vernichten.

Wenn der Blitzableiter das leistet, was er leisten soll, wenn er die Entzweiung zwischen Atmosphäre und Erde ausgleicht, und dadurch dem electrischen Mitbefangenseyn und der Theilnahme an Entladung im Thurme vorbeugt, so ist kein Absprung zu den Zeigerstangen der Uhr zu befürchten, die Ableiter oder Zuleiter mögen nahe oder fern bei jenen Stangen vorbeigehen.

Um einen solchen Grad des Schutzes wahrscheinlich zu erzwingen, rathe ich:

1) An der westlichen Seite des Thurmes einen Kupferstreifen anzulegen, wie er in der Zeichnung angedeutet ist;

2) gleich den auf dem Forste angedeuteten söhligen Kupferstreifen, die Ränder der Giebel-Abdachung, von den Giebelspitzen an, mit Metall zu belegen, und zwischen diesen Belegen und der Erde eine Leitung, durch vier an den Ecken des Thurmes errichteten Zuleitern, von unten her zu vermitteln;

3) an der südlichen und nördlichen Seite, aus dem Mittelpuncte der Grundlinie jeder Seitenfläche nach den Ecken hin, Leiter unter einem halben Rechten und darüber anzulegen, und mit den Leitern an den Ecken zu verbinden; und auf ähnliche Weise die metallischen Belege des Dachrückens durch schiefe Zuleiter mit dem Hauptleiter in leitende Verbindung zu setzen.

4) Wenn zuletzt durch Spuren der Zerstörung der Weg bekannt geworden ist, den der Strom am 11. Januar d. J. genommen hat, auch diesen Fingerzeig der bessern Leitung nicht zu übersehn.

Münster, d. 18. Jun. 1815. Bodde.

Nachschrift des Prof. Gilbert.

Aufgefordert von Hrn. Prof. Bodde, seine Theorie der Blitzableiter zu prüfen, glaube ich seinem Eifer für die Wahrheit, welchen der vorstehende Aufsatz, und seine Grundzüge zur Theorie der Blitzableiter,

Münster 1809, 84 S. 8. auf eine ehrenvolle Art beurkunden, — und nicht minder dem grossen Interesse des Gegenstandes für die bürgerliche Gesellschaft, — es schuldig zu seyn, wenn auch nicht dieser Aufforderung selbst nachzukommen, doch wenigstens hier die Gründe anzugeben, warum ich mit dem Hrn. Verfasser nicht in allen Grundsätzen und in deren Anwendung übereinstimme, so beachtungswerth auch vieles ist, worauf er aufmerksam macht.

Der Begriff der Electricität, von welchem Herr Prof. Bodde ausgeht: „Entzweiung, die auf dem kür-„zesten Wege nach Einigung und Ausgleichung gleich „zwei entgegengesetzten Kräften strebt, und deren In-„differenzpunkt zwischen beiden Polen in der Mitte „liegt, S. 81)" scheint mir die Sache nicht zu erschöpfen, vielmehr der Betrachtung den Punkt zu entziehen, auf welchen es hauptsächlich ankömmt. Bei unsern Versuchen mit electrischen Ladungen geschieht die Ausgleichung nicht auf dem kürzesten Wege, sondern immer auf dem Wege des *mindesten Widerstandes*, und auf diesen Widerstand hat ohne Vergleich mehr Einfluss das *Leitungs-Vermögen* des Zwischenraums, als die *Kürze* des Wegs.

Zwar bemerkt der Hr. Verf., „der Durchbruch erfolge an den wenigst abstehenden und bestleitenden Punkten (S. 82);" aber dieser Ausdruck würde schief seyn, sollte er dasselbe sagen. Dass er dieses aber auch nicht soll, beweist die bald darauf folgende Behauptung: „dass die Richtung des Entgegenstrebens oder des electri-„schen Stroms in der Entzweiung gegeben sey," und zwar durch den kürzesten Weg, und dass man „die Leitung „eines electrischen Stroms daher nur dann erwarten „dürfe, wenn die Richtung des Entgegenstrebens mit der „Richtung des Leiters zusammenfalle," oder wenn sie sich in zwei Richtungen zerlegen lasse, von denen die

eine die des Leiters ſey (S. 83). Hr. Prof. Bodde folgert daraus, daſs, weil die Richtung des Entgegenſtrebens bei dem Gewitter die ſenkrechte iſt, horizontale, ſo wie auf- und abwärts ſteigende Theile vom Blitzableiter den Blitz nicht leiten können — („an Leitung durch einen Blitzableiter ſolcher Art, ſagt er S. 86, iſt gar nicht zu denken.“)

Dieſe Folgerungen würden ſehr richtig ſeyn, wäre mit dem Begriff einer Entzweiung alles bei der electriſchen Ladung abgemacht. Aber es ſcheint mir hier gerade auf das anzukommen, was dieſe Entzweiung zur *electriſchen* macht; und dabei das der Electricität Eigenthümliche ſich ganz beſonders durch die Eigenſchaft der Körper zu charakteriſiren, der Verbreitung der Electricität längs ihrer Oberfläche oder durch ſich hindurch mit ausnehmend verſchiedener Kraft zu widerſtehn. Auf dieſe Kraft ſcheint es mir daher hier hauptſächlich anzukommen; ſie hat aber Herr Prof. Bodde bei ſeinen Betrachtungen ganz, wie es mir deucht, vernachläſſigt.

Wenn es S. 83 heiſst: „Zur Löſung der erſten „Aufgabe: die Entladung zwiſchen Atmoſphäre und „Erde durch gute Leiter zu bewirken, ergeben ſich „folgende Regeln etc.,“ ſo ſcheint mir dieſes eine andre Aufgabe zu ſeyn, als die der Blitzableitung zur Sicherung eines Gebäudes gegen eine electriſche Entladung, welche ihre Richtung auf das Gebäude nimmt. Die erſte der angegebnen Regeln: *lothrechte Lage*, halte ich aus dem angeführten Grunde für nichts Nothwendiges, obgleich für etwas Empfehlenswerthes, wo man ſie haben kann; die zweite Regel aber: „den „ſchiefen Ableitern *ſchiefe Zuleiter* unter den nämlichen „Winkeln [welchen?] und in den nämlichen Ebnen zu „geben,“ für nicht gegründet. Dagegen ſcheint mir die Hauptregel zu ſeyn, ununterbrochen zuſammenhängen-

de Leitung von hinlänglicher Capacität, aus einer recht gut leitenden Körperart bestehend, von dem höchsten Puncte und den vorspringenden Ecken und Schärfen des Gebäudes bis in die Erde herab, und Abwesenheit aller andern ähnlichen partiellen Leitungen in oder an dem Gebäude, durch welche ein Theil des Entladungsschlags zum Abspringen von der Hauptleitung bestimmt werden könnte. Nach dieser Regel soll jeder unsrer bisherigen guten Blitzableiter angelegt seyn, und ist er dieses, so kann ich ihn nicht für unzulänglich halten. So insbesondre nicht den für den Domthurm von Paderborn in Vorschlag gebrachten, in Fig. 4 mit punctirten Linien angedeuteten Blitzableiter (S. 91), der diesen Forderungen ganz gut zu entsprechen scheint. Wiewohl ich recht gern zugebe, dass Herrn Prof. Bodde's Vorschläge, wenn doppelt so hohe Kosten nicht in Anschlag kommen, den Vorzug verdienen, sollten wir auch seinen Gründen nicht durchgehends beipflichten können.

Ueberall äussert sich bei einer electrischen Ladung in den beiden entgegengesetzt-geladenen Flächen Bestreben zur Ausgleichung, (man erlaube mir hier diesen Ausdruck,) und nach allen Richtungen hin streben die beiden Electricitäten zu entweichen. Die Durchbrechung geschieht endlich an der Stelle und auf dem Wege des mindesten Widerstandes, oder an mehreren Stellen und auf mehreren solchen Wegen zugleich, wenn diese im Widerstande von einander nicht sehr verschieden sind. Dabei folgt aber der Entladungsstrom den Metallen (den besten Leitern, mit denen wir es zu thun zu haben pflegen) willig nach allen Richtungen, horizontal und auf- und abwärts, ist nur auf dem ganzen Wege der Widerstand zusammengenommen sehr viel kleiner, als auf jedem andern Wege. Das zeigt sich bei unsern electrischen Versuchen täglich; und fast bei jedem Blitzschlag, der ein Gebäude trifft,

finden wir, daſs der Blitz horizontalen Dräthen längs Decken bis auf bedeutende Weiten gefolgt iſt. Je kürzer, unter übrigens gleichen Umſtänden, ein Leiter iſt, deſto beſſer iſt die Leitung, und nur deshalb, ſcheint es, ſey die ſenkrechte Lage des Blitzableiters jeder andern vorzuziehn.

Hr. Prof. Bodde macht an die Blitzableiter noch eine zweite Anforderung: „es ſoll durch ſie dem elec„triſchen Mitbefangenſeyn vorgebeugt,“ d. h. bewirkt werden, „daſs das Gebäude nicht in der Entzweiung „mit befangen ſey, weil ſonſt unſere künſtlichen Blitz„ableiter ſie vor Theilnahme an der Entladung nicht zu „ſchützen vermögen,“ (S. 88). Es muſs nach ihm (S. 89) „der ganze der Erde zugekehrte Pol der electri„ſchen Spannung, durch Zuleiter von unten her, herauf„gerückt werden, ſo daſs der Indifferenzpunkt des Ent„gegenſtrebens über dem Gebäude hervortrete.“ Es ſcheint mir indeſs nicht, als wenn dieſe Vorſtellung dem entſpräche, was wir von dem electriſchen Entladungsſchlage durch Verſuche wiſſen. Iſt die Leitung von hinlänglicher Capacität, ſo geſchieht die Ausgleichung, ſo weit ſich dieſe Leitung erſtreckt, unſichtbar und gefahrlos für alle benachbarte Körper; nur da, wo Nichtleiter zu durchbrechen ſind, finden die zerſtörenden Wirkungen der Entladung Statt; und iſt dieſes in der ganzen Ausdehnung des Entladungsſtroms der Fall, überall in ihm und nicht blos in dem ſogenannten Indifferenzpunkte. Ein Drath z. B. von zu kleiner Capacität, durch den man die Entladung hindurchführt, ſchmilzt nicht in dem ſogenannten Indifferenzpunkte, ſondern in ſeiner ganzen Länge, und zerſtiebt bei einer gewiſſen Stärke der Ladung ganz in geſchmolzne Kügelchen. Irre ich mich daher nicht, ſo beruht dieſe zweite Anforderung an die Blitzableiter auf einer der Natur der Electricität nicht ganz entſprechenden Anſicht, über die es bei der Wichtigkeit der Sache zu wünſchen iſt, von Hrn. Prof. Bodde noch mehreres zu hören.

VI.

Kohlensäure-Gehalt mehrerer Mineralien, und Analyse des Arragonit,

von

Vauquelin *).

Nachdem Herr Hauy gefunden hatte, dass die Krystallgestalt des Arragonits von der des kohlensauren Kalkes wesentlich verschieden, und durch kein mögliches Gesetz der Decrescenz mit ihr auf einerlei Typus zurückzuführen sey, urtheilte er mit Recht, beide müssten auch chemisch verschieden seyn. So viele Chemiker sich indess auch mit der Analyse des Arragonits beschäftigt haben, so konnte doch keiner eine solche Verschiedenheit auffinden; es scheint, dieses sey dem Scharfsinne des Herrn Stromeyer vorbehalten gewesen, der in den Arragoniten aus verschiednen Ländern kohlensauren Strontian gefunden hat, aber keinen in dem kohlensauren Kalke.

Hr. Hauy hat mir diese Entdeckung des Hrn. Stromeyer und sein Verfahren vor ungefähr sechs Monaten bekannt gemacht. Beim Wiederholen fand ich keinen Strontian, weil ich nicht hin-

*) Frei ausgezogen aus den *Annal. de Chimie Dec.* 1814. von Gilbert.

länglich entwässerten Alkohol genommen hatte. Hr. Laugier war glücklicher. Als er seine Resultate der Versammlung der Professoren des Museum mittheilte, hatte ich eben die gedruckte Abhandlung des Hrn. Stromeyer erhalten, und war zum zweiten Male mit vergleichenden Versuchen über den Arragonit und andre kohlensaure Verbindungen beschäftigt. Ich gebe in dieser Note die Resultate derselben.

Eine [an dem einen Ende zugeschmolzne und] in 1000 gleiche Theile eingetheilte Glasröhre wurde mit Quecksilber gefüllt, [und umgekehrt in ein Gefäſs mit Quecksilber gestellt;] ich brachte ein wenig Salzsäure, für jeden der folgenden Versuche gleich viel, [und dann die darin aufzulösenden Körper] hinein, und maaſs das kohlensaure Gas, welches sich bei dem Auflösen derselben entwickelt. Die Mengen desselben waren folgende:

	Raum des kohlensauren Gas	Dauer des Auflösens *)
Kohlensaurer Kalk	167 Th. der Eintheil.	16
Arragonit	164	25
Kohlensaurer Baryt	78	8
Kohlensaurer Strontian	110	15
Kohlens. Kupfer v. Chessy		
Kupferblau	95,5	—
Kupfergrün	72,5	—

Ich habe nicht nöthig zu bemerken, daſs diese Gasräume bei gleichem Druck und gleicher Wärme ge-

*) Was für Zeittheile hier zu verstehn sind, finde ich nicht angegeben. *Gilb.*

messen worden sind. Da ich die Raumgröfse jedes Theils der Eintheilung nicht kenne, so kann ich die absolute Menge der Kohlensäure, welche sich aus jedem dieser Körper entband, nicht geradezu angeben; da aber 100 Gewichtstheile kohlensauren Kalks 43 Gewichtstheile Kohlensäure enthalten, wie die Chemiker übereinstimmend annehmen, so erhalten wir hiernach in 100 Gewichtstheilen für den kohlensauren Baryt 21,8 und für den kohlensauren Strontian 30,7 Gewichtstheile Kohlensäure; Mengen, welche bis auf 1 Hundertel mit denen übereinstimmen, welche die Chemiker angeben *).

Was das *kohlensaure Kupfer* betrifft, so enthält hiernach in 100 Gewichtstheilen das Kupferblau von Chessy 25¼ und das Kupfergrün von Chessy 19¾ oder ungefähr 20 Gewichtstheile Kohlensäure, welches nicht bedeutend von den Mengen abweicht, welche ich bei meiner Analyse dieser beiden natürlichen kohlensauren Kupfer auf andern Wegen gefunden hatte, nämlich 25 im Kupferblau und 21½ im Kupfergrün von Chessy **). Es scheint nunmehr also ausgemacht zu seyn, dafs das Kupfergrün etwa

*) Hr. Vauquelin sagt nirgends, dafs er von allen diesen kohlensauren Körpern gleiche Gewichtsmengen genommen habe; aus dieser Rechnung erhellt aber, dafs das der Fall gewesen sey, weil er sonst nicht berechtigt seyn würde, aus dem Verhältnifs der Räume des entbundnen Gas auf das Verhältnifs der Gewichte der Kohlensäure in 100 Gewichtstheilen des Körpers zu schliefsen. Gilb.

**) Vergl. Hrn. Vauquelin's Analyse zweier Abarten kohlensauren Kupfers von Chessy, in dies. Annal. B. 45. S. 108. G.

⅓ Kohlensäure weniger als das Kupferblau in sich schliefst, und wahrscheinlich beruht hierauf ihre Farben-Verschiedenheit. Gerade so viel mehr Wasser enthält aber das letztere als das erstere, da ich in beiden genau gleiche Mengen Metall gefunden habe. Sollte in dem Kupfergrün das Wasser die Stelle der fehlenden Kohlensäure vertreten?

Ich habe bei diesen Versuchen aus dem Auvergner *Arragonit* immer etwas weniger Kohlensäure als aus dem kohlensauren Kalk erhalten, und zwar nach einem Mittel aus 3 vergleichenden Versuchen um $\frac{1}{18}$ weniger, welches indefs für die Menge kohlensauren Strontians, wie ich sie in dem Auvergner Arragonite gefunden habe, eine zu grofse Verschiedenheit ist.

Merkwürdig ist es, dafs diese kohlensauren Verbindungen sich in so verschiednen Zeiten auflösten, welche weder ihren specif. Gewichten, noch ihrem Gehalt an Basis nach der Gröfse der Verwandtschaft der Kohlensäure zu ihren Basen, (da diese beim kohlensauren Kalke und dem Arragonite fast übereinstimmen,) proportional sind. Sollten sie von der Härte abhängen, deren Verhältnifs noch nicht bestimmt und schwer auszumitteln ist? *) Von der Gröfse der Oberfläche kann dieser Unterschied in

*) Oder vielmehr von der Verschiedenheit in der Cohäsion überhaupt, von dem specif. Gewichte des sich bildenden salzsauren Salzes, dessen Adhäsion mit der kohlensauren Verbindung, der Heftigkeit des Aufbrausens, der Wärme-Veränderung, der Gröfse der Oberfläche u. d. m. zusammen genommen. *Gilb.*

der Zeit nicht abhängen; er ist zu Folge der Dichtigkeiten dieser Körper zu gering, besonders da ich bei den Versuchen darauf gesehn habe, dass die Stücke der verschiednen Körper, mit denen sie angestellt wurden, einerlei Gestalt hatten.

Als ich 100 Gramme Auvergner Arragonit in Salpetersäure aufgelöst, die Auflösung bis zur Trokkenheit abgedampft, und den Rückstand mit sehr dephlegmirtem Alkohol *) behandelt hatte, behielt ich 1 Gramm Rückstand, der in Wasser aufgelöst octaedrisch krystallisirte, pikant schmeckte, und beim Trocknen $\frac{1}{10}$ an Gewicht verlor und undurchsichtig wurde. Aufgelöst in Wasser und mit basischem kohlensaurem Natron zersetzt, gab er 0,63 Gramme kohlensauren Strontian, der in Salzsäure aufgelöst nadelförmige Krystalle gab, die sich in Alkohol auflösen liessen, und diesen mit purpurfarbner Flamme brennen machten. Der Arragonit aus Auvergne enthält also gewiss kohlensauren Strontian; ich habe aber daraus nicht mehr als $\frac{1}{2}$ Hundertel erhalten. Hr. Stromeyer findet indess in ihm 2, und in dem Bearner 4 Hundertel. Ist dieses möglich, ohne dass ihre Eigenschaften deshalb verschieden sind, so könnte auch wohl die Strontian-Menge in zwei verschiednen Auvergner Arragoniten bedeutend von einander abweichen.

*) Also doch nicht mit absolut reinem, worin wahrscheinlich der Grund liegt, dass nicht mehr als 1 Procent Rückstand blieb. *Gilb.*

Hr. Laugier, von dem das Verfahren des Hrn. Stromeyer in Frankreich zuerſt mit Erfolg wiederholt worden, hat die Menge des Strontians in dem Arragonit aus Auvergne nicht angegeben. Geſetzt meine Analyſe ſey richtig, ſollte wohl ½ Hundertel kohlenſaurer Strontian in dem kohlenſauren Kalke eine ſo groſse Verſchiedenheit hervorbringen können? Darüber mögen die Mathematiker entſcheiden. Vor allen Dingen müſste man aber wiſſen, ob der kohlenſaure Strontian mit dem kohlenſauren Kalke chemiſch in dem Arragonite verbunden, oder blos demſelben eingemengt iſt. — —

VII.

Fernere Beiträge zur chemiſchen und mineralogiſchen Kenntniſs des Arragonits,

von den

Profeſſoren Stromeyer und Hausmann in Göttingen *).

Die Entdeckung des Gehalts von kohlenſaurem Strontian in dem Arragonit, bemerkt Hr. Hausmann, iſt auch in mineralogiſcher Beziehung ſehr intereſſant, als ein neuer Beleg für die Lehre von der Wirkung der ſpecifiſchen Kryſtalliſationskraft und des charakteriſirenden Beſtandtheils der Mineralkörper,

*) Ausgezogen aus einer am 25. März in der kön. Gel. der Wiſſ. gehalt. Vorleſ. u. den Gött. gel. Anz. Junius. *Gilb.*

und als ein Beweis des noch von Manchem bestrittenen Werthes der genaueren, mathematischen Untersuchung der Krystallisation und der Structur der Fossilien. Dass aber der kohlensaure Strontian zu den wesentlichen Bestandtheilen des Arragonits gehöre, ja sogar den charakterisirenden, Krystallisation und Structur bedingenden Bestandtheil dieses Fossils ausmache, wird durch jede neue bestätigende Analyse einer an andern Orten vorkommenden Abänderung dieses Fossils immer fester begründet.

Die HH. Stromeyer und Hausmann haben daher aufs neue *vier* Abänderungen vom Arragonit, ersterer in chemischer, letzterer in mineralogischer Hinsicht untersucht.

Die merkwürdigste darunter war ein *stänglicher Arragonit* von der Blagodatskoi-Grube zu *Nertschinsk* in Sibirien, aus der Asch'ischen Schenkung in dem akademischen Museum. Dieser Arragonit ist dünn- und gröſstentheils etwas auseinander-laufend-stänglich abgesondert; die Länge der einzelnen, zu derben Massen verbundnen Stangen beträgt an einigen Stücken beinahe 4 Zoll. An den freien Enden scheinen sie Krystallisationsflächen gehabt zu haben, die aber verbrochen sind. Der Bruch ist sehr charakteristisch, unvollkommen kleinmuschlich, einer Seits in das Unebne, andrer Seits in das Splittrige sich verlaufend und wenig fettartig glänzend, von einem dem Perlmutterartigen sich etwas hinneigenden Glasglanze. Die einzelnen dünnen Stangen sind halbdurchsichtig, und bei

durchfallendem Lichte beinahe farbenlos, wogegen aber die ganze Masse eine unbestimmte, blasse, grünlich- oder gelblich-graue Farbe zeigt. Die stänglichen Massen werden hin und wieder der Quere nach von ochergelben Bändern mit ocherbraunen Puncten durchsetzt, die bei genauerer Betrachtung von zersetztem Schwefelkies herzurühren scheinen. Die zweite Arragonit-Abänderung ist in dem Basalte der merkwürdigen *blauen Kuppe* unweit Eschwege gefunden worden. Die dritte und vierte sind aus *Böhmen* und von dem Hrn. Prof. Neumann in Prag mitgetheilt worden, nämlich ein dünnstänglicher vom *Tschogauer Berge* bei *Aussig*, und ein andrer aus der Trappformation im Ellbogner Kreise bei *Waltsch*. Der letzte ist so dünnstänglich abgesondert, daß man ihn auf den ersten Blick für faserig halten sollte, wodurch denn auch der sonst gewöhnliche Glasglanz auf den Absonderungsflächen dem Seidenglanze etwas genähert ist, daher dieser Arragonit im Aeußeren große Aehnlichkeit zeigt mit manchem Cölestin und manchem Faserkalk.

Nach Herrn Hausmann's Bemerkungen ist die Verschiedenheit, welche im Aeußern zwischen dem *Arragonite* und dem *Kalkspathe* Statt findet, so bestimmt, daſs sich beide, auch wenn keine Krystallisation zu erkennen ist, von einander unterscheiden lassen. Der Kalkspath verliert, selbst wenn er stänglich ist, die ausgezeichnet späthige Textur nie ganz; der Arragonit hat dagegen nur Spuren von Blätterdurchgängen, aber einen deut-

lichen, kleinmuschlichen, in das Unebne, seltener in das Splittrige sich verlaufenden Bruch, von einem dem Glasglanze mehr oder weniger sich nähernden Fettglanze. Bei dem Kalkspathe gelingt es, wegen der ausgezeichnet späthigen Textur, höchst selten, einen wahren Bruch zu erhalten, der dann übrigens vollkommen muschlich und glasglänzend ist. Auch in der ganzen Bildung zeigen Arragonit und Kalk den merkwürdigen Unterschied, daſs der Aggregatzustand des ersteren, so weit er wenigstens bis jetzt bekannt ist, sehr viel geringere Mannichfaltigkeit zeigt, als der des letzteren; indem bei jenem beinahe nur ein Haupttypus, der der Prismenbildung, sichtbar ist, welcher weder in den zuweilen vorkommenden, sehr lang gezogenen Doppelpyramiden, noch in der stänglichen Absonderung ganz verloren geht.

Zufolge Hrn. Stromeyer's chemischer Analyse dieser vier neuen Abänderungen des Arragonits sind enthalten in 100 Theilen des Arragonits:

	von Nertschinsk in Sibirien	von der blauen Kuppe bei Eschwege	vom Tschoppauer Berge bei Aussig	von Waltsch im Ellbogener Kreise
kohlensaurer Kalk	98,635	97,216	98,618	99,149
kohlensaurer Strontian	1,104	2,263	1,023	0,509
Eisenoxyd-Hydrat	0,000	0,221	0,145	0,142
Krystallisationswasser	0,261	0,300	0,214	0,200
	100,000	100,000	100,000	100,000

Durch diese Analyse wird also aufs Neue das Vorkommen des kohlensauren Strontians in diesem Fossile bestätigt. Die Anzahl der von Hrn. Stromeyer untersuchten Abänderungen des Arragonits beläuft sich nun auf 12, und unter ihnen kommen kaum zwei in Rücksicht ihres Muttergesteins und der mit ihnen zugleich einbrechenden Fossilien mit einander überein, dagegen enthalten sie alle kohlensauren Strontian, und in dieser ihrer Mischung stimmen die Arragonite von Auvergne und aus Spanien mit dem über 1500 Meilen davon entfernten Sibirischen von Nertschinsk völlig überein. Es kann daher keinem Zweifel mehr unterworfen seyn, daſs der Arragonit als *wesentlichen* Bestandtheil neben dem kohlensauren Kalke noch *kohlensauren Strontian* enthalte, und daſs in der chemischen Vereinigung der letztern Substanz mit der erstern, höchst wahrscheinlich, *allein* der Grund seiner bisher so räthselhaften mineralogischen Verschiedenheit vom Kalkspathe liege.

Daſs die *Menge* des kohlensauren Strontians in verschiedenen Arragonit-Arten variirt, kann keinen Einwurf gegen diese Meinung abgeben, indem sie in einer und derselben Abänderung dieses Fossils unveränderlich ist, und überdem die in dieser Hinsicht Statt findenden Abweichungen zu einander in eben den Verhältnissen zu stehen scheinen, wie solche bei ähnlichen Doppel-Verbindungen salziger Substanzen beobachtet wor-

den sind. Vielmehr macht dieser Umstand es sehr wahrscheinlich, dass der kohlensaure Kalk im Arragonit ebenfalls in verschiedenen constanten Verhältnissmengen mit kohlensaurem Strontian verbunden vorkomme, wie dieses im *Bitterkalke* mit der kohlensauren Magnesia der Fall ist.

Die vier analysirten Arragonit-Abänderungen kommen ferner auch darin mit den früher zergliederten überein, dass sie neben dem kohlensauren Strontian zugleich etwas chemisch gebundnes *Wasser* enthalten. Auch sie nehmen daher ein porcellanartiges Ansehen an, und werden mürbe, wenn man ihnen dieses Wasser durch schwaches Glühen entzieht. Dieser Gehalt an Krystallisationswasser unterscheidet ebenfalls den Arragonit vom Kalkspathe, und begründet eine zweite wesentliche Mischungs-Verschiedenheit zwischen beiden Mineralkörpern, welche zugleich als ein sicheres und leichtes Merkmal zur Erkennung des Arragonits benutzt werden kann. Antheil an der Structur-Verschiedenheit des Arragonits und des Kalkspaths scheint das Krystallwasser aber nicht zu haben, sondern diese ausschliesslich auf dem kohlensauren Strontian zu beruhen. Zwar bieten *Gyps* und *Anhydrit* ein merkwürdiges Beispiel von dem Einfluss des Krystallisations-Wassers auf die Structur von Mineralkörpern dar *); die grosse Uebereinstimmung aber,

*) Hr. Holme, welcher in England, um dieselbe Zeit als Hr. Stromeyer in Göttingen, den Arragonit aufs neue untersucht und auch eine Analyse desselben unternommen

welche offenbar zwischen der Structur des Arragonits und des Strontianits Statt findet, und durch die kürzlich im Salzburgschen gemachte Entdeckung von Strontianiten mit vollkommner Arragonit-Krystallisation noch mehr bewährt wird, spricht dafür, die auffallende Verschiedenheit der Structur, wodurch der Arragonit sich vom Kalkspath unterscheidet, allein von dem kohlensauren Strontian abzuleiten. Das Wasser scheint demnach in dieser Mischung nur ein nothwendiges Verbindungsmittel zwischen dem kohlensauren Kalke und dem kohlensauren Strontian auszumachen.

Dass in dem Sibirischen Arragonite auch nicht eine Spur von *Eisenoxyd* enthalten ist, obgleich dieses im Zustande von Hydrat sichtbar auf einigen Ablösungen der Sibirischen Arragonit-Krystalle eingemengt vorkömmt, bestätigt die schon früher von Hrn. Stromeyer geäusserte Vermuthung, dass dieses Metalloxyd sich nicht als kohlensaures Eisen mit dem kohlensauren Kalke dieses Fossils chemisch verbunden befinde, und also nicht wesentlich zur Mischung des Arragonits gehöre, sondern darin blos mechanisch als Hydrat zwischen einzelnen Krystall-Lamellen eingeschlossen sey.

hat, wovon die Resultate von ihm in den Schriften der *Linne'schen Gesellschaft zu London* mitgetheilt worden sind, ist vermuthlich durch die Analogie mit diesem Fall veranlasst worden, eine solche Meinung auch in Hinsicht des Arragonits und Kalkspaths zu äussern, da er nicht so glücklich war, den Strontiangehalt im ersteren Fossile aufzufinden.

VIII.

Einige Versuche mit gläsernen sogenannten Knallbomben,

von dem
General-Feldzeugm. Helvig, Mitgl. d. kön. schwed. Akad. d. Wiss.

Berlin d. 1. Juli 1815.

Es wird mehreren Ihrer Leser vielleicht noch nicht bekannt seyn, dass sogenannte gläserne Knallbomben, wenn man sie im Dunkeln auf den Erdboden fallen läfst, nicht nur mit einem starken Schall zerspringen, sondern zugleich einen kreisförmigen weisslichen Lichtschein geben. Die Art, wie dieses Leuchten sich darstellt, scheint mir die Aufmerksamkeit der Physiker zu verdienen.

Die Farbe dieses Lichtes ist bläslich weiss, wie die des Lichts, welches man an den Windbüchsen bemerkt hat. Letzteres stellt sich in kegelförmiger Gestalt dar, und scheint aus der Mündung des Rohrs heraus zu strömen; das Licht der Knallbomben erscheint dagegen, als wenn es von allen Seiten in den durch die Bombe hervorgebrachten leeren Raum hineinstürzen will, doch bleibt in der Mitte des leuchtenden Kreises ein kleiner dunkler Raum.

Die Bomben, deren ich mich bedient habe, hatten 2 bis 3 rheinl. Zoll im Durchmesser, und waren alle von sehr dünnem Glase gemacht. Entweder hob ich meinen Arm so hoch auf, wie ich kann, und liefs die Bombe aus dieser Höhe herab fallen; oder ich warf sie, ohne den Arm gehoben zu haben, aus der Hand etwas aufwärts. Sind sie schlecht und von zu starkem Glas gemacht, so mufs man sie mit einiger Gewalt gegen den Fufsboden werfen; sie taugen dann aber nicht zu den angeführten Versuchen.

Vor einigen Wochen war ich bei einem der hiesigen Naturforscher, um ihm das Leuchten der Knallbomben zu zeigen, welches er, wie mehrere, noch nicht gesehn hatte. Wir wählten zu dem Versuche einen dunkeln Raum, der als Durchgang zu den Wohnzimmern dient, und wo am hellen Tage vollkommne Dunkelheit herrscht. Drei Bomben, die ich fallen liefs, zeigten keine Spur von Licht. Dieses war mir unerklärlich, da doch der Schall, den sie beim Zerspringen hervorbrachten, mir eben so stark zu seyn schien, als ich ihn zu Hause so oft gehört hatte, wo er von der Licht-Erscheinung allemal begleitet worden war. Wir konnten das Ausbleiben der Licht-Erscheinung keiner andern Ursache als der Beschaffenheit des Raums zuschreiben.

Sobald ich den Abend nach Hause kam, liefs ich in meinem Zimmer zwei ähnliche Bomben zerspringen; beide gaben einen starken Lichtschein.

Darauf ging ich in den Keller, als an einen Ort, wo nie ein Sonnenſtrahl hinkömmt, indem der Eingang deſſelben auf der Hausflur unter der Treppe iſt, und lieſs auf den mit Bretern belegten Fuſsboden deſſelben drei Bomben fallen. Hier erhielt ich keinen Lichtſchein, obgleich der Schall mir wegen Enge des Raums ſtärker zu ſeyn ſchien.

Am 3ten Juni hatte es den ganzen Tag geregnet und blieb das Wetter trübe; am Abend nach 10 Uhr lieſs ich in einer gegen Norden liegenden Kammer, deren Fenſter und Thüre ſeit langer Zeit nicht waren geöffnet worden, drei Bomben zerſpringen. Auch hier war kein Licht zu ſehen; dagegen bemerkte ich bei dreien, die ich in meiner Stube bei offnen Fenſtern herabfallen lieſs, ein ſchwaches Licht. Vier andre, die im Keller zerſprangen, gaben keinen Schein.

Am 16ten Juni, an einem ſchönen warmen Tage, lieſs ich Nachmittags zwiſchen 1 und 2 Uhr in dem Keller 4 Glasbomben herabfallen, und ſah kein Licht. Des Abends gegen 11 Uhr wiederholte ich den Verſuch; 3 in meiner Stube gaben ein ſehr lebhaftes Licht, 5 im Keller gaben auſser dem Schalle nichts. Von zweyen, die auf dem Hausfluhr, ungefähr 2 Fuſs von der Kellerthüre zerſprangen, erhielt ich ein ſtarkes Licht; und 2 Bomben, welche ich bei offner Kellerthüre auf der Schwelle fallen lieſs, leuchteten ebenfalls. Mitten im Keller bei offner Thür erhielt ich von 3 Bomben keinen Schein. Die Bomben bei dieſem Verſuche waren von ſehr dünnem Glaſe, und

auf das sorgfältigste verfertigt; keine hatte weniger als 3 Zoll im Durchmesser.

Gern hätte ich De Parcieu's Versuche (in Gren's Journal der Physik B. 8. S. 20) wiederholt, um zu sehen, ob auch die dort angeführten Licht-Erscheinungen in dem Lokal, welches ich zu meinen Versuchen benutzte, Statt finden möchten; ich vermisse aber hier die Gelegenheit, Versuche zu machen, allzusehr.

Giobert's Versuch (in Gren's Journ. d. Phys. B. 2. S. 437) scheint meine Hypothese, dass das Meerwasser ein Lichtmagnet sey, zu bestärken, und kann als ein darüber angestellter Versuch betrachtet werden; es machte mir rechte Freude, wie ich die Abhandlung vor einigen Tagen zu sehn bekam.

IX.

Eine merkwürdige Bildung von braunem Bleioxyde,

von Chevreul in Paris *).

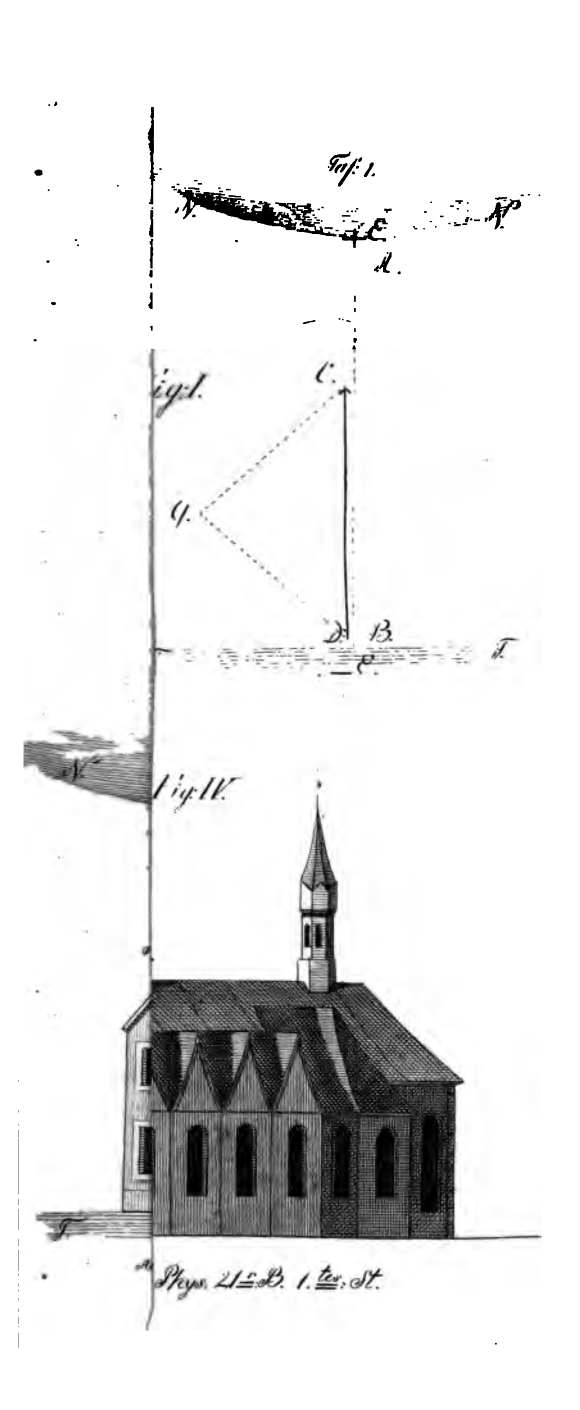
Das gelbe, das rothe und das braune Bleioxyd sind bekanntlich drei auf einander folgende Stufen der Oxydirung, von denen nur das gelbe ein ausgezeichnetes Bestreben hat, Salze zu bilden. Giesst man auf rothes Oxyd Salpetersäure, so verwandelt sich ein Theil desselben in gelbes Oxyd und löst sich in der Säure auf; aller Sauerstoff, der sich von demselben scheidet, vereinigt sich mit dem rothen Oxyde und verwandelt es in braunes Oxyd, welches sich nicht auflöst. — Ausser diesem kannte man bis jetzt nur noch einen zweiten Fall, worin

*) Aus den *Annal. d. Chim.* t. 83 ausgezogen von Gilbert.

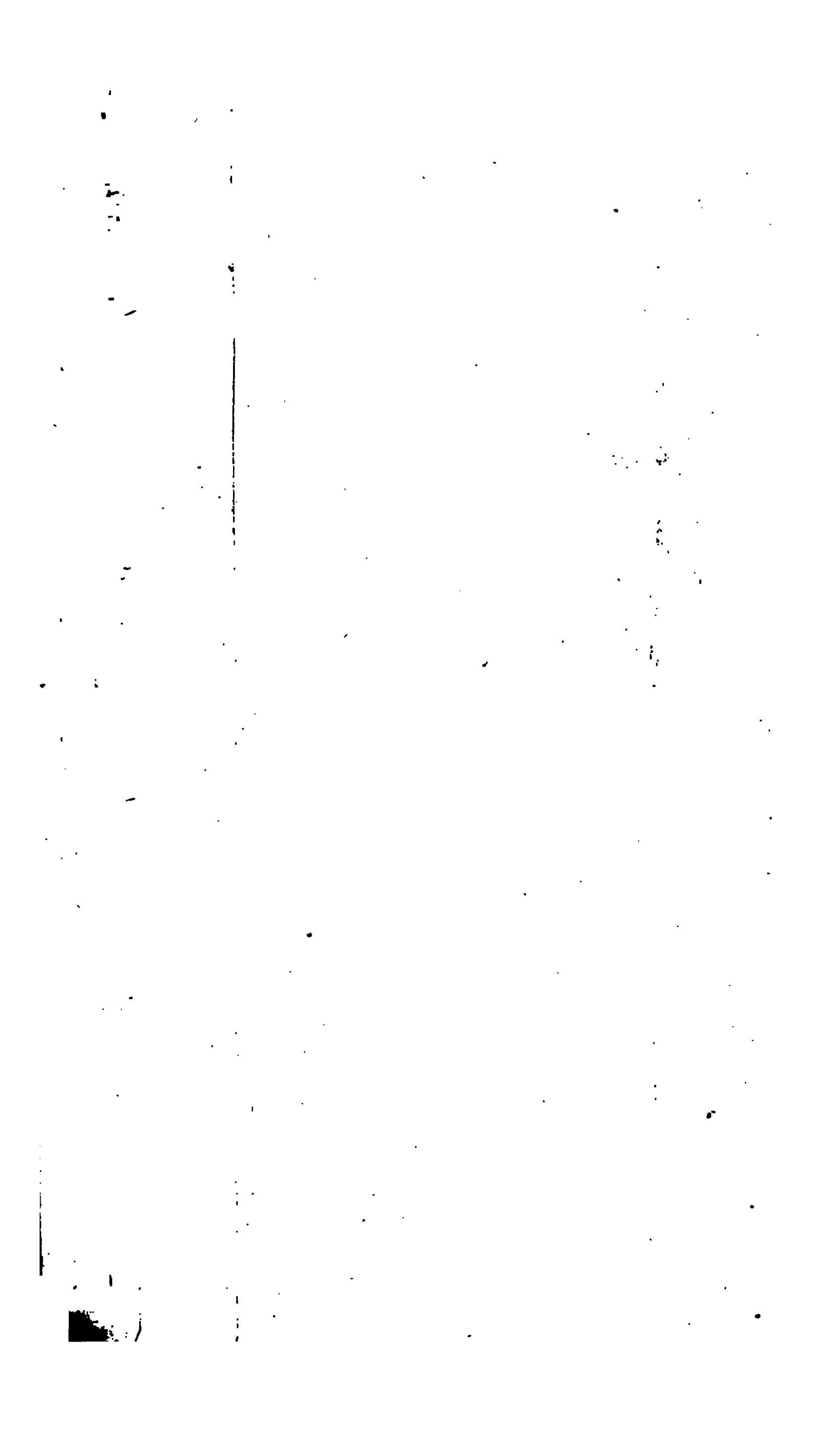
ſich braunes Bleioxyd bildet, nämlich das Einwirken von oxygenirter Salzſäure auf gelbes oder rothes Oxyd. Der Zufall hat mir einen dritten kennen gelehrt, den ich hier angeben will.

Ich hatte fein gepulvertes Kryſtallglas, worin bekanntlich viel Bleioxyd enthalten iſt, wiederholt mit Salpeterſäure behandelt, um es zu analyſiren, den in dieſer Säure unauflöslichen Rückſtand gewaſchen und calcinirt, und dann mit dem 3fachen Gewichte an Kali in einem Platintiegel geſchmelzt. Als ich darauf die geſchmolzne Maſſe in Waſſer zerrührte, erhielt ich eine alkaliſche Auflöſung, welche viel Kieſelerde und gelbes Bleioxyd enthielt, und ein *braunes* kryſtalliſirtes Pulver von metalliſchem Anſehn abſetzte. Dieſes in einer Glasröhre erhitzt, verwandelte ſich unter Aufbrauſen in Bleiglätte; mit Salzſäure entband es viel oxygenirt-ſalzſaures Gas und ſetzte glänzende Blättchen ſalzſauren Bleies ab, und der Salpeterſäure gab es eine roſenrothe Farbe, die ſich beim Filtriren verlor. Es war folglich nichts anders als braunes Bleioxyd. Der Boden des Platintiegels blieb mit einer Lage mit Platin legirten Bleies bedeckt.

Offenbar hatte ſich alſo beim Schmelzen des Kryſtallglaſes mit Kali, ein Theil des gelben in dieſem Glaſe enthaltenen Bleioxyds in metalliſches Blei und in braunes Bleioxyd verwandelt, beſtimmt durch die Verwandtſchaft des Bleis zum Platin und des gelben Bleioxyds zu mehrerem Sauerſtoff. — Das Kali ſcheint zum gelben Oxyde mehr Verwandtſchaft zu haben als zu dem braunen, da jenes in dem alkaliſchen Waſſer aufgelöſt blieb, dieſes nicht; und wirkt daher ſchwerlich zu der Ueberoxydirung des Bleis mit. Platin, welches mit gelbem Bleioxyde erhitzt wird, ſpielt alſo dabei dieſelbe Rolle als die Salpeterſäure, doch mit dem Unterſchiede, daſs, da es ſich nur mit dem Metalle, nicht mit dem gelben Oxyde verbinden kann, es dieſes Oxyd beſtimmt, ſich vollſtändig zu entoxydiren, indeſs die Salpeterſäure von dem rothen Oxyde nur ſo viel Sauerſtoff austreibt, als ſich der Vereinigung des Oxyds mit demſelben widerſetzt. In beiden Fällen wirkt die Verwandtſchaft des gelben und des rothen Oxyds zu noch mehrerem Sauerſtoffe mit.



Taf: 1.
N.
E.
N.
A.
C.
Fig. I.
G.
D.
B.
T.
e.
T.
N.
Fig. IV.
T.
Phys. 21. B. 1. tes. St.



ANNALEN DER PHYSIK.

JAHRGANG 1815, ZEHNTES STÜCK.

I.

Bemerkungen über Blitz und Donner,
nebst
Vermuthungen über das Entstehen der Luft-Erscheinungen;

von
CARL GOTTFRIED HELVIG,
Königl. Schwedischem General-Feldzeugmeister, Chef der Schwed. Artillerie, Mitgl. der Akad. d. Wiss. in Stockholm u. Commandeur vom Schwert-Orden.

(Nach einer an die Königl. Akad. der Wiss. zu Stockholm abgeschickten Abhandlung.)

Vorwort.

Die *erste Abtheilung* dieser Abhandlung enthält Beobachtungen, welche ich seit 1802 zu machen Gelegenheit gehabt habe, und die Vorstellungen und Ideen über Gewitter, auf welche ich durch sie allmählig geführt worden bin. Da alle meine Papiere noch in Schweden sind, was ich aufgeschrieben hatte, von mir also nicht benutzt werden kann, so führe

ich nur das an, was ich als Resultat der Versuche und des Nachdenkens gegenwärtig, und so zu sagen immer bei mir habe. Die *zweite Abtheilung* ist erst während meines Aufenthalts in Deutschland in den Jahren 1813 und 14 entstanden. Sie ist unter Umständen geschrieben, welche für mich unangenehm sind, und leider noch fortdauern, in Stunden, wo ich an meine eignen Angelegenheiten nicht denken mochte, und darf daher auf eine nachsichtige Beurtheilung Anspruch machen. Da meine zukünftige Lage noch nicht bestimmt ist, ich folglich nicht weiss, ob ich die ausführlicheren Erörterungen, welche die aufgestellten, zum Theil paradoxen Ansichten zu bedürfen scheinen, so bald werde geben können, so bitte ich die Leser, das Ganze als ein freundschaftliches Gespräch unter vier oder acht Augen anzusehen, wo man sich freimüthig ausspricht, ohne viel Gewicht auf das Einzelne zu legen, und wo man oft über Sachen und Dinge urtheilt, die einen eigentlich nichts angehn.

Helvig.

ERSTE ABTHEILUNG.

Einige Bemerkungen über Blitz und Donner.

Im Jahr 1802, gegen die Mitte des August, hatten wir in Stockholm ein starkes Gewitter, zwischen 4 und 5 Uhr des Morgens. Meine Wohnung, zwei Treppen hoch, hatte einige Fenster nach dem Mäler-See, so dass ich, bis auf einige niedrige Klippen, den Horizont frei übersehn konnte. Ich stellte mich an eins dieser Fenster, um dem Spiel der Blitze zuzusehen, und versuchte mit meiner Terzien-Uhr,

durch die Zeit zwifchen Blitz und Schall den Abftand des Gewitters zu beftimmen. Meinen 6zölligen Theodoliten hatte ich aufgeftellt, und mit ihm fand ich, dafs der unterfte Rand der fchwarzen Wolke, aus welcher häufige Blitze fuhren, etwas mehr als 30° über dem Horizont erhaben war. Nach den Zwifchenzeiten zwifchen Blitz und Schall zu urtheilen, kam das Gewitter näher. Es hatte fich eine neue Wolke in einer Höhe von 35 bis 40° über dem Horizont gebildet; nach einer Paufe von mehreren Minuten brach ein Blitz in 4 Abfprüngen aus ihr hervor, und ich hörte ganz beftimmt eben fo viel gedehnte rollende Donnerfchläge, die aber nicht alle mit gleicher Schall-Stärke zu mir kamen. Es fand die gröfste Aehnlichkeit Statt zwifchen diefem Donnern, und dem, was ich öfters gehört hatte, wenn mehrere Schiffe manoeuvrirten und in verfchiedenen Richtungen fchoffen. Ich kannte die mehreften Abhandlungen, welche über den Donner gefchrieben find, aber keine Hypothefe konnte mir diefen genügend erklären.

Die häufigen, in längern und kürzern Strahlen ausbrechenden Blitze, und die Abfprünge, welche fich in den einzelnen Strahlen zeigten, befchäftigten mich nicht wenig; doch ich konnte keine Urfache zu folchen Abfprüngen auffinden. Endlich hörte das Donnern auf, und ich hatte nichts weiter als die beftimmte Ueberzeugung erlangt, dafs bei einem Donner mit einzelnen Schlägen die Wieder-

holungen des Donners mit der Anzahl der Abſpringungen der Blitzſtrahlen gleich ſey.

Nachdem der Regen nachgelaſſen hatte, ging ich aus, und traf einen meiner Bekannten, der mir ſagte, der Blitz habe in eine Tanne in dem Carlsberger Parke eingeſchlagen und die Borke von oben bis unten abgeſchält. Ich ging ſogleich dahin, und fand dort unter Mehreren auch einige Kadetten der Kriegs-Akademie verſammelt. Auf mein Zureden kletterten zwei Kadetten auf den Baum, und mit Hülfe einer Schnur fanden wir, daſs das oberſte Viertel des Stamms, von der Spitze des Baums an gerechnet, unbeſchädigt war, der Blitz aber die Rinde in der ganzen übrigen Länge des Stamms bis zur Erde herab, in einer Breite von 4,5 ſchwed. Decimalzollen ($5\frac{1}{16}$ rheinl. Zoll) abgeſchält hatte, als ſey ſie mit einem ſcharfen Meſſer ausgeſchnitten worden. Das Merkwürdigſte für mich aber war, daſs rund um den Baum alle alte und friſche Tannenzapfen in einen Kreis geſtreut waren, als wäre dieſes mit Fleiſs geſchehn; innerhalb dieſes Kreiſes lag keiner, es war, als wären ſie weggefegt. Der Umfang dieſes Kreiſes wurde gemeſſen, und war 180 Fuſs, der Durchſchnitt 60 und 66 Fuſs *). Mir ſchien es unglaublich, daſs dieſes Umherſtreuen allein von dem Blitz bewirkt ſeyn ſollte.

*) Die Ungleichheit des Bodens, der auf der einen Seite abhängig war, veranlaſste dieſe Ungleichheiten des Kreiſes; die Durchmeſſer ſind mit einer Schnur, der Umkreis nach Schritten gemeſſen, und auf Füſse gebracht worden.

Ich war in einer nicht zu beschreibenden unruhigen Stimmung. Die vielfältigen Versuche mit dem gröbsten Geschütz, welchen ich in einer Reihe von Jahren beigewohnt, und die ich auf Befehl Sr. Maj. des Königs selbst angestellt hatte, hatten mir Gelegenheit gegeben, verschiedene bis jetzt wenig beachtete Umstände zu bemerken und aufzuzeichnen, die mit dem, was ich hier von den Wirkungen des Blitzes sah, wunderbar zusammenfielen. Ich werde nur einiges davon anführen, um zu zeigen, wie meine Ideen von dem Blitze und dem Gewitter bei mir allmählig entstanden sind, und wie ich veranlaſst worden, Blitz und Donner mit dem Schieſsen aus groben Stücken zu vergleichen, und auf die Behauptung gekommen bin, daſs sich bei dem Blitze alles, was das Abspringen in Zikzak und den Donner betrifft, nur auf die mechanische Wirkung des Stoſses eines entstandnen Feuerstrahls gegen die umgebende Luft bezieht.

Eine 6pfündige Kanone von 3,3 schwed. Decimalzollen Durchmesser und 56 Z. Länge mit 2 Pfund trocknem Pulver geladen, giebt beim Abfeuern auſserhalb der Mündung einen Feuerstrahl von 50 bis 60 Zoll Länge; kömmt hierzu die Länge der Seele, so ist der ganze Strahl 106 bis 116 Zoll lang. Eine 24pfündige Kanone von 5 Dec. Zoll Durchmesser und 100 Zoll Länge mit 12 Pfund Pulver geladen, giebt eben so auſserhalb der Mündung einen Feuerstrahl von 150 bis 160 Dec. Zoll, folglich mit der innern Kanonenlänge einen Feuerstrahl von 250 bis

260 Zoll Länge. Daſs ich hier und in der Folge nur von Schüſſen ohne Kugeln rede, muſs ich ein für allemal anführen. So wie der Feuerſtrahl verlöſcht oder verſchwindet, wird der Rauch in einer länglich-runden Form ſichtbar, deren längſter Durchmeſſer allezeit vertical iſt, wenn der Zuſchauer ſeitwärts von der Kanone ſteht (ſiehe Taf. II. Fig. 1).

Bei Verſuchen, die im Jahre 1799 in *Karlskrona* mit 24- und 36-pfündigen Kanonen angeſtellt wurden, war es nothwendig, vor den Kanonen eine breterne Wand, 30 Fuſs von den Mündungen derſelben, aufzuſtellen. Wir konnten aber damit nie zu Stande kommen, weil der Druck der Luft ſie jedes Mal umwarf; und war auch das Gerüſt von grobem Holze ſtark genug gemacht worden, ſo wurden doch die Breter losgeriſſen und umhergeſchleudert. Daſſelbe geſchah noch bei 60 Fuſs Abſtand, wiewohl weniger heftig, ſo daſs die Wand auf 80 Fuſs von den Kanonen-Mündungen erſt konnte geſetzt werden. Es wurden bei dieſen Verſuchen auch Ladungen von 40 bis 50 Pfund Pulver gebraucht. Daſs ich die Länge des Feuerſtrahls bei dieſen Ladungen unbeachtet gelaſſen habe, thut mir leid; andere Gegenſtände forderten aber meine gröſste Aufmerkſamkeit, und ich glaubte bei einer andern Gelegenheit dieſes nachholen zu können.

Aus Verſuchen, welche in einer dunkeln Nacht mit einer 6pfündigen Kanone gemacht wurden, die 56 ſchwed. Dec. Zoll lang ausgebohrt war und mit [illegible] Pfund Pulver geladen wurde, hat ſich ergeben,

dafs die Zeit, welche zwifchen dem Aufblitzen des Zündpulvers aus dem Zündloche und dem Sichtbarwerden des aus der Kanonen-Mündung herausfahrenden Feuerftrahls hingeht, allezeit 15 bis 18 Tertien beträgt; dieses sind Mittelzahlen von der gröfsten und kleinften Anzahl Tertien, welche bei 40 Schüffen beobachtet waren. Auf diefe Erfahrung, glaube ich, mufs man Rückficht nehmen, wenn man bei der Nacht die Gefchwindigkeit des Schalls durch Kanonen-Schüffe meffen oder beobachten will. Ich habe mich, ehe ich diefe Erfahrung durch einen Zufall gemacht habe, hierbei fehr oft getäufcht. Wenn bei dunkler Nacht aus Kanonen gefchoffen wird, kann man das Aufblitzen des Zündpulvers und das Blitzen des ausfahrenden Feuerftrahls beobachten, wenn auch zwifchen der Kanone und dem Beobachter ein Abftand von einigen taufend Ellen und hohe Gegenftände fich befinden; man braucht nur nach der Gegend hin die Augen und feine Aufmerkfamkeit zu wenden.

Noch ein anderer Umftand, nämlich die im Profile ftets nierenförmige Geftalt des Rauchs, hatte bei den Artillerie-Verfuchen meine Aufmerkfamkeit auf fich gezogen. Da der Feuerftrahl nur 15 bis 16 Fufs aufserhalb der Kanonenmündung ficht-bar war, konnte nicht er es unmittelbar feyn, der in einer mehr als drei Mal gröfsern Entfernung von der Mündung der Kanonen die breterne Wand umwarf; diefes war alfo lediglich der vor dem Feuerftrahl hergetriebenen Luft zuzufchreiben. Denkt

man sich die einzelnen Luftschichten vor der Kanone wie ganz dünne auf einander liegende elastische Flächen, so wird sie sich um einen Körper, der sie aus ihrer Stelle vertreiben will, auf die Weise anlegen, wie ich es in Fig. 2 dargestellt habe, wo jeder Strich eine Luftschicht vorstellt *). Diese Figur hat aber die auffallendste Aehnlichkeit mit der Gestalt, welche der Rauch bei jedem Schusse annimmt.

Es läfst sich schwerlich läugnen, dafs der aus einer Kanone herausfahrende Feuerstrahl grosse Aehnlichkeit mit dem Blitzstrahl hat, und dafs beide vermöge der grossen Geschwindigkeit, womit sie ausfahren, die Luft vor sich her zusammenpressen müssen, und dafs dieses Verdichten nicht eher aufhören kann, bis der Strahl erloschen ist. Da die Stärke dieses Zusammenpressens mit der Länge und der Dauer des Blitzes wächst, und der Widerstand

*) Der herausfahrende Feuerstrahl scheint cylinderförmig zu seyn, das ihn umgebende Gas hingegen breitet sich nach den bekannten Gesetzen der ausdehnbaren Flüssigkeiten kegelförmig aus, und da es nicht mit einer gleichen Geschwindigkeit und Kraft, als der Feuerstrahl, herausstürzen und ihm folgen kann, und überdem mit einer gröfsern Fläche gegen die widerstehende Luft wirkt, so wird dadurch die Gestalt der gegen den Feuerstrahl gewendeten Seite der zusammengeprefsten Luftkegel gebildet. Es stellt in Fig. 2 *ab* den Feuerstrahl vor, *cd* und *ef* die Seitenlinien des Gaskegels, *df* den Durchmesser der Fläche, womit derselbe gegen die durch den Feuerstrahl zusammengeprefste Luftkugel *L* stöfst; und *dg* und *fh* die Richtungen, in welchen das Gas von der Luftkugel abprallt, da es den Widerstand derselben nicht überwinden kann.

der zusammengepressten Luft zugleich immer grö-ſser wird, so muſs endlich ein Zustand eintreten, wo der Widerstand der durch das Zusammenpressen hervorgebrachten Luftkugel mit der Wirkung des Blitzes oder des Feuerstrahls im Gleichgewichte ist, und diese letztern folglich entweder erlöschen und zu wirken aufhören, oder sich einen andern Weg suchen müssen, auf welchem sie einen geringern Widerstand leiden. Der Blitz springt in diesem letztern Fall von seiner anfänglichen Richtung ab, und dieses Abspringen kann nur unter einem spitzen Winkel von 30 bis 40° geschehn, vorausgesetzt, daſs alle elastische Flüssigkeiten den kleinsten Widerstand zu überwinden suchen *), welcher nicht in einer Richtung seyn kann, die durch die zusammengepreſste, Widerstand leistende Luftkugel hindurch geht, sondern rückwärts gerichtet seyn muſs (Fig. 3). Gesetzt die Luftkugel habe im Augenblicke des Abspringens dieselbe Gestalt, als der Rauch vor der Mündung der Kanone, wenn der Feuerstrahl verlöscht, so wird sie in der Mitte, an der Stelle, wo der Blitz oder der Feuerstrahl unmittelbar auf sie wirkt, eine schalenförmige Vertiefung ha-

*) Ich bediene mich dieses Ausdrucks: „daſs elastische Flüssigkeiten immer den *geringsten Widerstand* zu überwinden suchen," weil ich aus Erfahrung weiſs, daſs eingeschlossnes Schieſspulver beim Sprengen von Steinen, von Kanonen, von Bomben, und in Minen diese Richtung nimmt; dasselbe habe ich auch bei gesprengten Flaschen an Windbüchsen bemerkt. Von solchen Thatsachen habe ich diese Voraussetzung genommen.

ben; aus dieser muſs die Abſpringung geſchehen, und dieſe Form der Luftkugel muſs den conſtanten Abſpringungs-Winkel beſtimmen. Daſs man zuweilen dieſen Abſprung unter einem ſtumpfen Winkel ſieht, iſt eine optiſche Täuſchung, welche Statt finden kann, wenn der abſpringende Blitz ſich in einer Ebne bewegt, die durch das Auge des Beobachters geht.

Dieſe Behauptungen haben mehrere Gegner gefunden, welche mit eignen Augen geſehn haben wollen, nicht blos daſs der Blitz unter ſtumpfen Winkeln wohl von 100° abſprang, ſondern auch, daſs er aus den Wolken in gerader Linie, ohne abzuſpringen, ausgefahren ſey. Da ich ſelbſt alle dieſe ungleichartigen Abweichungen bei Blitzen beobachtet hatte, aber überzeugt war, daſs ſie nur in einem Scheine beſtanden und auf einer optiſchen Täuſchung beruhten, ſo lieſs ich, um davon auch dieſe meine Gegner zu überzeugen, mir zwei 18 Zoll lange Stäbe von ½ Zoll Breite und ¼ Zoll Dicke unter einem Winkel von 30° zuſammenſetzen. Dieſer hölzerne Winkel wurde hinter einen mit Poſtpapier überzogenen Rahmen geſtellt, und dahinter ein Licht, ſo daſs der Schatten des Winkels auf das Papier fiel, wie wenn man einen Schattenriſs zeichnen will. Ich ſtellte den Winkel ſo, daſs der Schatten der beiden Schenkel eine gerade Linie machte und ausſah, als käme er von einem Stabe her; und durch eine angebrachte Schnur lieſs ſich der Winkel in vertikaler Ebene um einen Punct

nach Belieben drehen. Von Allen wurde der Schatten als von einem Stabe herrührend anerkannt, und bei dem Umdrehen brachte ich alle Winkel hervor, unter denen Jeder Blitze wollte haben abspringen sehn; denn auf den Winkel, unter welchem die Stäbe zusammengesetzt waren, konnte keiner schließen, weil ihnen die Länge der Schenkel nicht bekannt war.

Die vor dem Blitz hergetriebenen Luftkugeln sehe ich als die Ursache an, daſs in den Wäldern und auf dem Felde gewöhnlich die höhern Bäume von dem Blitz getroffen werden, indeſs in den Städten und Dörfern zum öftern die höchsten Gebäude verschont, und dagegen die niedrigsten Hütten beschädigt werden. Fährt nämlich ein Blitzstrahl auf einen Wald zu, so wird die Luftkugel von den hervorragenden Baumspitzen durchlöchert, und dadurch der Widerstand derselben vermindert; die höchsten Bäume kommen also dem Strahl am nächsten, und dieser ergreift sie, um mit dem geringsten Widerstande bis zur Erde zu kommen. Wahrscheinlich war der kreisförmige Platz um die von dem Blitz getroffne Tanne in dem Park zu Stockholm, von welchem alles Laub wie weggeblasen war, eine Wirkung der Luftkugel. Merkwürdig ist es, daſs der Blitz, wenn er in Bäume einschlägt, niemals die äuſserste Spitze derselben beschädigt hat; vielleicht wird sie durch den Luftdruck auf die Seite gebogen. — Ist der Wald lichte, und der Blitzstrahl fährt nicht unmittelbar auf einen

Baum, fondern in einen Zwifchenraum zwifchen den Bäumen herab, fo daſs nur der äuſsere Rand der Luftkugel durch die umftehenden Bäume durchlöchert oder zerriffen wird, der Blitz alfo feine Bahn mit der zerriffenen Luftkugel bis an den Erdboden verfolgen kann, fo muſs er hier, vermöge des Widerftands der verdichteten Luft, einen Abfprung aufwärts machen (Fig. 4), wodurch die Blitze erklärt werden, welche Einige haben aus der Erde hervorbrechen fehen.

Was den zweiten Fall betrifft, daſs ein Gewitter, welches über Städte und Dörfer ausbrach, die hohen Gebäude in denfelben verfchont und niedrige Hütten getroffen hat, fo erklärt fich auch diefer Fall aus der Annahme folcher kugelförmigen verdichteten Luft vor dem Blitzftrahl auf folgende Weife. Hat der Blitzftrahl eine folche Richtung, wie in Fig. 5 gegen das hohe Gebäude, fo wird die Luftkugel gegen die Fläche des Dachs getrieben, hier ftärker zufammengepreſst, und der Blitz dadurch zum Abfpringen genöthigt, da er dann allerdings einen ungleich niedrigeren Gegenftand treffen kann. Diefer fo oft eintreffende Fall läſst fich durch keine der bisher angenommenen Hypothefen über Gewitter etc. erklären.

Als ich mit meiner Speculation über diefen Gegenftand fo weit gekommen war, wurde ich begierig zu wiffen, wie groſs die Länge eines Blitzftrahls zwifchen dem Abfpringen fey, oder die Länge eines folchen fcheinbaren Cylinders zu

messen, den der Blitz mit unmeſsbarer Geſchwindigkeit durchläuft, bis er die Luft vor ſich her ſo ſtark zuſammengepreſst hat, daſs er einen andern Weg zu nehmen gezwungen wird. Ich verſuchte dieſes auf mehrere Art zu beſtimmen, doch ohne Erfolg, und ſchon wollte ich es als unausführbar aufgeben, als ich glücklicher Weiſe auf den Gedanken kam, es mit der *Camera clara* zu verſuchen. Die meinige iſt ganz nach den Angaben Brander's gemacht, welche man in ſeiner Beſchreibung einer *Camera obſcura*, Augsburg 1769, findet. An die Stelle des mattgeſchliffnen Glaſes ſetzte ich einen kleinen hölzernen Rahm mit feinem, geöhltem Poſtpapier überzogen, auf welches ich ein quadratförmiges Netz mit Tuſche gezogen hatte. Je zwei nächſte Linien dieſes Netzes ſtanden um $\frac{1}{10}$ ſchwed. Decim. Zoll von einander ab, und die 5te Linie war dicker gezogen; ſo konnte ich das Netz als Mikrometer brauchen. Ich beſtimmte vorläufig den Werth jeder Abtheilung in Graden und Minuten, und ſo auch die Winkel, welche die Klippen, die meinen Horizont begränzten, mit meinem Fenſter machten, und die Höhen der Dächer, die meine Ausſichten nach andern Gegenden beſchränkten. Auf dieſe Art, und mit einer guten *Tertien-Uhr* *) ausge-

*) Die *Tertien-Uhr*, deren ich mich bei Beobachtungen bediene, hat die Geſtalt einer gewöhnlichen Taſchenuhr, das Zifferblatt aber hat drei Abtheilungen und Zeiger, von denen der eine Minuten, der andre Secunden, der dritte Tertien weiſt. Auf der Rückſeite des Gehäuſes iſt die Ge-

rüstet, wartete ich mit Sehnsucht auf ein herannahendes Gewitter. Aber leider verfehlte ich den ganzen übrigen Sommer die Gelegenheiten zu Beobachtungen, indem, wenn ich zu Hause darauf harrte, kein Gewitter erschien, wenn ich aber außer dem Hause seyn mußste, sehr oft bedeutende Gewitter kamen.

Ganz unbefriedigt blieb indeſs damals meine Beobachtungsluſt nicht. Es iſt in Stockholm wäh-

schwindigkeit des Schalls in einer Secunde nach schwedischen und andern Fuſsmaaſsen eingestochen. Bei dem Gebrauch setzt ein Druck mit dem Zeigefinger gegen eine Feder sogleich das Werk in Gang, und darin bleibt es so lange, bis man den Druck nachläſst. Der Gang der Uhr wird regulirt mittelst einer Zoll langen, mit feinen Gewinden versehenen Schraube, die durch einen gewöhnlichen Uhrschlüssel rechts oder links gedreht wird, je nachdem die Uhr zu geschwind oder zu langsam gegangen ist. Bei ununterbrochnem Fortgehn bleibt die Uhr 2 Stunden lang im Gange. Diese Tertien-Uhren wurden auf meine Veranstaltung im J. 1798 zu Artillerie-Versuchen in Stockholm verfertigt, und sind seitdem bei der Artillerie als Entfernungs-Messer und Beobachtungs-Instrumente eingeführt. Der vorige König von Schweden Gustav Adolph IV. gab auf meine Vorstellung den Befehl, daſs bei jeder Feldbatterie eine solche Uhr zur Disposition des Batterie-Chefs seyn solle; auch sind alle Festungen damit versehn worden; die Officiere und Unterofficiere müssen sich während der jährlichen Exercirzeit in dem Gebrauch der Uhr zum Distanzmessen durch den Schall üben. Ich habe nie eine Centrifugal-Tertienuhr gesehn, und kann davon nicht urtheilen; so weit ich aber seit 1798 die hier beschriebenen Uhren habe prüfen und Erfahrungen über sie anstellen können, scheinen mir die von dem geschickten Uhrmacher Anders Lundstedt in Stockholm verfertigten nichts zu wünschen übrig zu lassen.

rend des Sommers ein sehr gewöhnliches Vergnügen, auf dem Mäler-See herumzusegeln, und man sieht auf ihm häufig eine grosse Menge Lustfahrzeuge; alle haben Kanonen, und das Schiessen damit, und das Abbrennen kleiner Feuerwerke macht ein Hauptvergnügen dabei aus; besonders pflegt man *Raketen* steigen zu lassen. An diesen letzteren hatte ich eine gute Uebung, indem ich durch meine Camera clara das Steigen derselben beobachtete, und sowohl die Zeit desselben, als die Höhe, die sie erreichten, maass. Ich habe eine grosse Menge solcher Beobachtungen aufgeschrieben, und selbst mehrere Raketen vom grössten Caliber zu dem Ende steigen lassen.

Was mir bei den Raketen besonders auffiel, war die stets gleiche Grösse des Winkels, unter welchem die Strahlenbüschel divergirten, die beim Aufsteigen der Rakete aus der Röhre herausbrannten. Diese Gleichförmigkeit der Ausströmungs-Winkel gab mir Veranlassung zu einer Reihe von Versuchen, die ich mit grössern und kleinern *Schwärmern* von stärkern und schwächern Sätzen anstellte, wie man sie zu Luft-Feuerwerken im Laboratorio zu machen pflegt. Während die Schwärmer brannten, maass ich mit meiner Camera clara den Ausströmungs-Winkel, indem ich die Schenkel desselben entweder auf dem Papiere aufzeichnete, und nachher verlängerte, um ihn mit einem Transporteur messen zu können, oder indem ich ihn unmittelbar mit einem von sehr dünnem Horn verfertigten

Winkelmesser mit beweglichen Schenkeln maass, den ich auf das geöhlte Papier oder das mattgeschliffene Glas legte. Ich fand diesen Ausströmungs-Winkel immer von beinahe 12°.

Da ich unter Umständen, wo die Kraft des gewöhnlichen Schiesspulvers durch einen Zusatz von Schwefel und Kohlen etc. geschwächt und zum successiven Verbrennen gebracht worden war, immer eine gleichartige kegelförmige Ausströmung während des Verbrennens beobachtet hatte, wollte ich auch versuchen, was geschehen würde, wenn das Pulver ungeschwächt (wie man es bei dem Feuergewehr und den Kanonen braucht) mit ganzer Gewalt augenblicklich ausströmte. Ich nahm zu dem Ende eine 16pfündige Haubitze, deren Ausbohrung so gestaltet war, wie es Fig. 6 darstellt, brachte in die Kammer *bcd* die Pulver-Ladung, liess sie dann in eine wagerechte Richtung legen, den Raum *edhg* unter der Verlängerung der untersten Linie *de* der Kammer mit sehr feinem getrocknetem Sande füllen, und sie so abfeuern. Aller Sand wurde durch das entzündete Pulver herausgeworfen bis auf den Theil hinter der schrägen Fläche *fd*, welcher allemal zurückblieb, die Ladung mochte stark oder schwach seyn; doch war bei einer stärkern die Fläche am bestimmtesten. Der Winkel *edf* wurde mit einem Instrument gemessen und 6° befunden. Diese Versuche wurden vielfältig wiederholt, mit mancherlei Veränderungen, deren Beschreibung hier zu weitläufig werden würde. Sie

Alle gaben mir zureichende Gründe, bei der Einführung des eisernen Feldgeschützes in Schweden die Mündungen sowohl der Kanonen, als auch der Haubitzen und der Mörser, auf eine Länge von einem bis zwei Caliber, unter einem Winkel von 6° kegelförmig ausbohren zu lassen, (wie dieses Fig. 7 zeigt,) so wie auch die gewöhnliche innere Form der letzteren zu verändern.

Noch muss ich anführen, dass die Flamme eines Lichts, wenn sie am hellesten und vollkommensten, ganz ruhig brennt, gleichviel welche Dicke die Kerze habe, und ob sie aus Talg oder aus Wachs bestehe, allezeit einen Winkel, mit der Spitze aufwärts, von beinahe 12° macht. Unter diesem Winkel brennt auch die Flamme einer Argand'schen Lampe, wiewohl sie nur einen abgestumpften Kegel bildet. Es ist bekannt, dass die bei Feuerwerken gebräuchlichen Schwärmer, wenn man sie anzündet und in der Hand hält, ruhig fortbrennen, und einen feurigen Kegel ausstossen, dessen Spitze bei der Mündung des Schwärmers ist. Der Winkel dieses Ausströmens ist stets derselbe, und die Höhe, bis zu welcher es sich sichtbar darstellt, beträgt, je nachdem der Satz mehr oder weniger rasch brennt, zwischen 2 und 3 Fuss. Steckt man aber einen solchen Schwärmer in einen Flintenlauf, der etwa 30 Mal so lang als weit ist, und zündet ihn darin an, durch ein hineingeworfenes kleines Stück Schwamm, so sieht man kein

Ausströmen, wohl aber eine rothe, leckende, 5 bis 6 Zoll hohe Flamme, welche mit einem ziemlichen Geräusch so lange brennt, bis der Satz verzehrt ist. — Dieser Versuch scheint mir von bedeutender Wichtigkeit zu seyn, und verdient unter Abänderungen wiederholt zu werden. Ich kam durch einen Zufall auf den Versuch; ich wollte nämlich bei der Armee gewisse telegraphische Signal-Schüsse einführen, die bei Nacht gebraucht werden könnten, insonderheit bei der Scheeren-Flotte. Zu dem Ende wurden Schwärmer und andre Sachen in ein Gewehr gethan, welches vorher wie gewöhnlich mit Pulver geladen war. Ich nahm ein ungeladenes Gewehr und setzte den Schwärmer hinein, und als ich meinen Irrthum gewahr wurde, befahl ich, den Schwämer anzustecken und ausbrennen zu lassen; und dieses ließ ich nachher noch oft wiederholen. Die Erklärung dieser Erscheinung blieb mir aber dunkel, bis ich des Hrn. Clavelin's vortreffliche Abhandlung in Gilbert's *Annalen der Physik* Jahrg. 1800, B. 6. S 263 las, auf welchen Aufsatz mich der Prof. Sjorten 1806 aufmerksam machte, der mir als Professor der Artillerie bei den damaligen Versuchen behülflich war. Die von Clavelin angeführten Versuche mit Schwärmern wurden unter mannigfaltiger Abänderung wiederholt, und gaben mir Veranlassung zur Verbesserung der Raketen, und zu andern in die Artillerie gehörenden Einrichtungen, wovon ich bei einer andern Gelegen-

heit etwas mittheilen werde. Hier lernte ich auch die Gröſse des Zurückprallungs-Winkels elaſtiſcher Flüſſigkeiten, wenn ſie gegen eine Fläche ſtoſsen, zuerſt kennen *).

Ich war in dem nächſtfolgenden Jahre glücklicher, und hatte mehrmals Gelegenheit, ſowohl am Tage als in der Nacht, durch die *Camera clara* nicht nur den Blitz zu beobachten, ſondern auch die in den Wolken bei Gewittern vorgehenden Bewegungen wahrzunehmen; ich muſs indeſs die Mittheilung dieſer Beobachtungen bis zu einer andern Gelegenheit, wenn ich im Beſitze meiner Papiere ſeyn werde, verſchieben. So viel kann ich aber verſichern, daſs es in der Phyſik kaum eine ſchönere Beobachtungsart giebt, als die mit der hier beſchriebenen Vorrichtung, in der die erhabenſten Natur-Erſcheinungen ſich wie ein lebendiges Gemälde im Kleinen darſtellen, und ſelbſt das Ge-

*) Merkwürdig iſt es, daſs ein ſo gewaltſam ausſtrömendes Gas, durch 8 bis 9maliges Reflectiren in dem eingeſchloſsnen Raume, dahin gebracht werden kann, als eine ruhig brennende leckende Flamme zu erſcheinen. Sollten nicht überhaupt Gasarten, wenn man ſie durch lange Röhren triebe, mehrere uns noch unbekannte Erſcheinungen hervorbringen, wodurch manche jetzt unerklärbare Wirkung als eine natürliche Folge ſich darſtellen dürfte? Die Gasharmonica ſollte in dieſer Hinſicht wieder etwas an die Tagesordnung kommen, und die mit ihr angefangnen Verſuche mehr im Groſsen angeſtellt werden. Auch muſs ich den Wunſch äuſsern, daſs der Aufſatz des Hrn. Clavelin nicht in Vergeſſenheit komme; die darin behandelten Gegenſtände geben die reichſte Gelegenheit zu neuen intereſſanten Verſuchen, welche ohne groſse Vorrichtungen gemacht werden können.

ſchwindeſte, das wir kennen, ſich mehrere Secunden lang, ſo zu ſagen, feſthalten und meſſen läſst. Ich darf verſichern, daſs ich bei dieſen Beobachtungen das Abſpringen des Blitzes nie unter einem kleinern Winkel als 36° geſehen, wohl aber Winkel von 60 und 70° bemerkt habe. Da nun bekannt iſt, daſs ein unter einem ſpitzen Winkel zuſammengeſetzter Gegenſtand, durch ſeine Richtung gegen das Auge des Beobachters, unter einem viel gröſsern, aber nie unter einem kleinern Winkel erſcheinen kann, ſo bezeichne ich die Gröſse des Abſpringungs-Winkels mit dem Ausdruck: zwiſchen 30 und 40°.

Der Blitz hat nicht dieſelbe Geſchwindigkeit als das Licht; er bedarf, um eine Länge von 2800 Fuſs zu durchaufen, eine bemerkbare Zeit. Man kann ſich davon beſonders überzeugen, wenn der Strahl und die Abſprünge in einer durch das Auge gehenden Ebene liegen, ſo daſs es ſcheint, als wäre die ganze Bahn des Blitzes ein einziger Strahl, deſſen ganze ſcheinbare Länge ſich dem Auge darſtellt. Dieſes habe ich oft geſehn, und bin dadurch veranlaſst worden, dem Blitz eine Geſchwindigkeit von 40000 bis 50000 Fuſs in der Secunde zuzutheilen. Wenn man den Blitz mit bloſsen Augen in der freien Luft betrachtet, ſo ſcheint er, weil der Blick des Beobachters auf einen groſsen Raum vertheilt iſt, mit einer unendlich groſsen Geſchwindigkeit durch die Luft zu fahren; in der *Camera*

clara hingegen, wo der Blick und die Aufmerksamkeit in einen kleinen Raum gesammelt sind, wird auch schon für den im Beobachten wenig geübten Zuschauer eine Zeitdauer bemerkbar; ich schätze sie auf 4 bis 5 Tertien. Da ich, wie weiterhin folgen wird, zu glauben Ursache habe, dass zwischen jedem Absprunge die Länge des scheinbaren Feuerstrahls 6 bis 700 Fuss beträgt, und da ich nicht bestimmt weiss, ob nicht fünf Zickzacks zuweilen Statt finden, so habe ich die angeführte Geschwindigkeit hergesetzt, bis sie durch Beobachtungen genauer bestimmt werden wird. Ich hoffe, dass ich hierbei keine grosse Unrichtigkeit begehe, da die vielfältigen Beobachtungen, welche ich während mehrerer Jahre über Geschwindigkeiten in sehr kurzen Zeiträumen zu machen Gelegenheit gehabt, und wobei ich mich immer der Tertien-Uhr bedient habe, mir die Geläufigkeit im Schätzen solcher kleinen Zeittheile erworben haben, welche sich Jeder zu eigen machen muss, ehe er an Beobachtungen dieser Art geht. Wenn man das Auge schliesst, gleich nachdem man den Blitz in der Camera clara wahrgenommen hat, so erscheint der Blitzstrahl dem Beobachter in der Grösse und unter den Winkeln, worin er ihn gesehn, und er hat Zeit, (wenn er sich etwas im Zeichnen geübt hat,) sowohl den Absprungs-Winkel als die Länge des Strahls zu beurtheilen. Den längsten Blitzstrahl habe ich im Juli 1808 bei einem Gewitter in Stock-

holm durch das Gitter meiner Camera clara gemessen; er war. 244 schwedische Ellen oder 488 Fuss lang. Ob dieser Blitz sich in einer Ebne, die senkrecht auf meiner Gesichtslinie war, bewegt habe, darüber kann ich nichts bestimmen, wohl aber behaupten, dass er diese Länge ohne irgend einen Absprung durchlief. Den scheinbaren Durchmesser des Blitzes habe ich zwischen 6 und 7 schwed. Dec. Zoll gefunden. Wäre die von mir gefundne Länge von 488 schwed. Fuss das Maximum der Absprin-gungs-Länge, und fänden in einem Blitzstrahl in unsrer Atmosphäre nicht mehr als höchstens 5 Absprünge Statt, wie ich Ursache habe, nach meinen Beobachtungen zu glauben, da ich mehrentheils nur 4 Absprünge bemerkte, wegen des 5ten indess nicht ganz sicher bin, und wären endlich alle Absprünge von gleicher Länge, so hätten wir 2440 schwedische Fuss als die gröſste Länge, welche ein Blitzstrahl durchlaufen kann *). Es hat mir geschienen, als sey der letzte Strahl, in welchem der Blitz verlöscht, immer schwächer als die andern Strahlen.

*) Es wäre sehr zu wünschen, dass sich Beobachter, die in einer Entfernung von einigen Meilen von einander wohnen, vereinigen möchten, um während des Sommers über die Gewitter, welche zwischen ihren Wohnörtern ausbrechen, auf die von mir angegebene Art gleichzeitige Beobachtungen anzustellen, damit wir die wahre Länge der Blitzstrahlen und die Gröſse ihrer Abspringungs-Winkel genauer kennen lernen.

Andere Beobachtungen geben mir indeſs Urſache zu glauben, daſs die gröſste Länge, welche der Blitz zwiſchen dem Abſpringen zu durchlaufen pflegt, 6 bis 700 Fuſs beträgt. Auf meinen Reiſen, bei denen ich auſser einer Tertien-Uhr keine Beobachtungs-Apparate mit mir führen konnte, fiel ich nämlich darauf, die Länge des Blitzes durch die Dauer des Schalls zu meſſen, zu welchem Ende ich, ſo wie der erſte Schall zu mir kam, meine Tertien-Uhr in Bewegung ſetzte, und ſelbige laufen lieſs, bis der Schall verſchwunden war. Ich ſetzte voraus, daſs die Geſchwindigkeit deſſelben 1039 franzöſiſche oder 1137 ſchwediſche Fuſs in der Secunde ſey. Sind nun die Zahl der Abſprünge gemerkt, ſo hat man die Länge zwiſchen jedem Abſprunge.

Da der Blitz allezeit dem Donner vorangeht, ſo betrachtete ich den Donner als ein Product des Blitzes, und da bei der groſsen Geſchwindigkeit und den unbeſtimmten Richtungen dieſes letztern ſeine Länge aus einem Beobachtungspuncte mit Gewiſsheit nicht beſtimmt werden, die Länge der wirkenden Kraft alſo nicht gemeſſen werden kann, ſo glaubte ich durch Meſſung des langſamern Products derſelben (d. i. des Schalls) auf die Länge des Blitzſtrahls ſchlieſsen zu können, weil beide einander proportional ſeyn müſſen. Aber auch dieſe Beobachtungsart iſt mit vielen Schwierigkeiten verbunden. Der Anfang des Schalls im Ohr iſt ziemlich genau zu bemerken, weil durch den vorangegan-

genen Blitz die Aufmerkſamkeit auf ihn geſpannt iſt und man etwas erwartet. Dagegen hat es mehr Schwierigkeit, das Ende des Schalls zu beſtimmen, beſonders, wenn der letzte Abſprung des Blitzes eine Richtung von dem Beobachter abwärts hat, und der Schall ſo zu ſagen verhallt; im entgegengeſetzten Fall, wenn die Richtung des letzten Abſprungs nach dem Beobachter zu iſt, wird das Ende des Schalls vernehmbarer und weniger trüglich. Im erſten Falle erhält man gewöhnlich eine viel längere Zeitdauer, und folglich die Länge des Blitzes um vieles zu groſs *).

Ich kann faſt mit Sicherheit behaupten, daſs in Schweden kein Gewitter in einer gröſseren Höhe als von 400 Klaftern entſteht; auch glaube ich, daſs in Deutſchland, und überhaupt dieſseits der Alpen, die Höhe, in welcher Gewitter entſtehn, nicht über 500 Klafter hinauf reicht. Vielleicht hängt dieſes mit der Höhe der atmoſphäriſchen Schneelinie zuſammen; denn zwiſchen dieſer und unſrer ſichtbaren Wolkenſchicht ſcheint mir die Werkſtätte Zevs des Donnerers zu ſeyn. Ich habe mit ſehr vielen Reiſenden geſprochen, die den Brocken beſtiegen,

*) Daſs man dieſe Beobachtungen nur machen kann, wenn bei einem Gewitter die Blitze in Minuten langen Pauſen fallen, brauche ich kaum anzumerken. Denn iſt das Gewitter in der Nähe, und folgen die Blitze ſo dicht auf einander, daſs der Donner des erſten noch nicht zu Ende iſt, bevor ſchon der erſte Schall des zweiten unſer Ohr erreicht, ſo entſteht der ununterbrochene, oft Minuten lang rollende Schall des Donners.

und während sie oben waren, ein Gewitter erlebt haben; dieses war immer unterhalb der Spitze des Berges. Selbst habe ich diese Erfahrung nicht gemacht, glaube aber, dass man im Zenith des Brokkens nie ein Gewitter beobachtet hat.

Reimarus erzählt in seiner älteren Abhandlung über den Blitz, er sey während eines Gewitters auf einem Gebirge gewesen, und habe mit seiner Gesellschaft die Wolken unter sich erblickt, auch die Blitze gesehn, aber keinen Donner gehört, sondern nur ein Rauschen, als wenn ein Wasserfall in der Nähe gewesen wäre. Da ich einmal angefangen habe, das Gewitter mit dem, was bei dem Schiessen aus Kanonen vorfällt, zu vergleichen, so sey es mir erlaubt, auf diesem Wege noch weiter fortzugehn, und den Vergleich auch auf den *Donner*, als eine Folge des Blitzes, anzuwenden. Um aber richtig verstanden zu werden, muss ich Folgendes vorausschicken:

Einen *kurzen Schall (Schall von einem Tact)* nenne ich den, welchen man hört beim Zerplatzen des Knallgoldes, dem Springen einer Bombe, dem Schlag eines Hammers gegen einen festen nicht schallenden Körper, dem Springen der dünnen luftleeren Glaskugeln (Knallbomben) etc.; nämlich einen Schall, der in einer sphärischen Form sich ausbreitet.

Einen *gedehnten Schall* nenne ich den, der entsteht, wenn das Ganze den Schall veranlassende

Mittel, oder der Schall gebende Raum, nach der Länge ausgedehnt ist, so dass dessen Durchmesser vielfach in dessen Länge enthalten ist. Dieses ist z. B. bei dem Feuerstrahl der Fall, der aus einer abgeschossnen Kanone fährt; seine Dauer verhält sich zu der Schalldauer einer gesprengten Bombe wie der Durchmesser des Feuerstrahls zu seiner Länge (ausserhalb der Mündung); und da z. B. der Durchmesser des 24 Pfünders 5 Zoll, die Länge des Feuerstrahls ausserhalb seiner Mündung aber 150 Zoll ist, so giebt nach meinen Begriffen der 24 Pfünder eine 30 Mal längere Schalldauer, als die zerplatzende Bombe.

Bei dem Eintritt der Luft in einen leeren Raum entsteht ein Schall, und jeder solcher Raum erneuert denselben. Die *dauernde Länge eines Schalls* steht in dem Verhältniss der Länge des durch die freie Luft hindurchfahrenden Feuerstrahls zu seinem Durchmesser. Denn da der Feuerstrahl von allen Seiten mit Luft umgeben ist, die mit der bekannten Geschwindigkeit in den leeren Raum, den der Feuerstrahl (theilweise) verläfst, einzudringen sucht, so kann der Durchmesser nur als Anzeiger des Schalltacts angesehen oder betrachtet werden.

Wenn eine mit 2 Pfund Pulver geladene Bombe gesprengt wird, so breitet sich der Schall sogleich kugelförmig nach allen Seiten aus, und ist kurz und begränzt zu hören. Wenn man dagegen 2 Pfund Pulver in eine Kanone ladet, die 15 bis 20 Durchmesser des

innern Raums der Bombe zur Länge hat, so wird man einen merklichen Unterschied der Dauer des Schalls bemerken*). Auch unterscheidet fast jeder Artillerist in grosser Ferne, ob aus dem kurzen Wurfgeschütz geworfen, oder aus Kanonen geschossen wird, und ob diese schweres oder leichtes Feldgeschütz sind; und unter hundert Menschen wird es kaum einen geben, der nicht das Schiessen aus einem 6 Pfünder von dem aus einem 24 Pfünder unterschiede. Noch leichter kann man sich von dieser Verschiedenheit in dem Schall überzeugen, wenn man eine sogenannte Pulverprobe nimmt, die gewöhnlich sehr kurz sind, sie voll Pulver füllt, und den Knall beim Abschiessen aus einer Entfernung von einigen hundert Schritten beobachtet. Man lade dann dieselbe Menge von Pulver in eine Pistole, deren Lauf gewöhnlich zwischen 8 bis 12 Zoll lang ist, und endlich in ein Gewehr, das einen 3 bis 4 Mal längeren Lauf als die Pistole hat, und feuere beide ab. Man wird in allen drei Fällen einen auffallenden Unterschied in dem Knall gewahr werden. Die Pulvermenge darf jedoch, soll die Verschiedenheit auffallend werden, nicht unter ½ Loth betragen, und man muss Pistolen und Gewehre aussuchen, die im Caliber möglichst gleich sind.

*) Werden diese Versuche mit ganzen Pfunden Pulver angestellt, so muss der Beobachter nicht näher als 1000 bis 1500 Schritt stehn, und er muss vor aller Erschütterung geschützt seyn. Ich habe aus Erfahrung, welche Täuschung durch eine grössere Nähe veranlasst werden kann.

Da man dem Einströmen der Luft in einen luftleeren Raum eine Geschwindigkeit von 1281,6 parif. Fuſs in der Secunde giebt, die Geschwindigkeit des Blitzes aber um vieles gröſser iſt, ſo muſs bei deſſen Durchfahren durch die Luft eine vollkommne Leere entſtehen. Um dieſe auszufüllen, wird wegen der minderen Geſchwindigkeit des auszufüllenden Mittels eine Zeit erfordert, mehr oder weniger, je nachdem dieſer auszufüllende Raum eine gröſsere oder geringere Länge hat, oder je öfter derſelbe erneuert wird. Der Eintritt der Luft in einen luftleeren Raum giebt nun den Schall als Product. Dieſer pflanzt ſich vom Anfang bis zum Ende in gleicher Geſchwindigkeit fort, ſo daſs man, wenn die Länge des zu durchlaufenden Schallgebenden Gegenſtandes bedeutend iſt, die Zeit meſſen kann, welche zwiſchen dem Anfange und der letzten Schallwelle, die gehört werden kann, vergeht.

Denken wir uns einen herausfahrenden Feuerſtrahl nach Art deſſen bei dem 24 Pfünder auſserhalb der Mündung, welcher eine Länge von 488 Fuſs hat, ſo werden beinahe 26 Tertien verlaufen, ehe der Schall verſchwindet, weil derſelbe, dem vorhin Bemerkten zu Folge, über 800 Schalltacte lang ſeyn muſs. Folgten nun mehrere ſolche Strahlen ununterbrochen auf einander, ſo würde jeder einen eben ſo lang gedehnten Schall geben, und die Summe aller ein ſtetes Rollen von einigen Secunden hervor-

bringen, ohne dafs man das Echo zu Hülfe zu rufen nöthig hätte. Wären einige dieser Kanonen nach dem Beobachter hin, andere von ihm ab, und noch andere seitwärts gerichtet, wie in Fig. 8, so würde er alle beim Donner beobachtete Modulationen während der Zeit hören, nur würde er in einer gewissen Entfernung und nicht zu nahe stehen müssen. Auf diese Art, glaube ich, die Entstehung des rollenden Getöses des Donners bei einzelnen Donnerschlägen auf eine einfache Art erklärt zu haben *).

*) Ich habe vorhin erwähnt, dafs zwischen dem Aufblitzen des Zündpulvers beim Abschiefsen einer 6pfündigen Kanone, und des aus der Mündung herausfahrenden Feuerstrahls, eine Zeit von 15 bis 18 Tertien verstreicht. Wenn nun bei Messung eines Abstandes durch die Geschwindigkeit des Schalls, die Tertien-Uhr in dem Augenblick in Gang gesetzt wird, wenn man das Aufblitzen des Zündpulvers sieht, so erhält man die Entfernung zu grofs, weil der Schall nur dann erst hörbar wird, wenn er sich in freier Luft nach allen Seiten ausbreiten kann. Denn wäre die Kanone so stark und dicht verschlossen, dafs der Feuerstrahl nicht heraus könnte, so würde man auch keinen Knall hören. (Hierüber habe ich sehr interessante Versuche angestellt.) Ist vorn an die Kanone eine Vorrichtung angeschraubt, mittelst der sich eine mit Talg bestrichne Lederscheibe, die an einer eisernen Platte befestigt ist, durch starke Stahlfedern in dem Augenblicke, wenn der Blitz aus der Mündung herausfährt, gegen die Mündung festdrücken, und diese sich verschliefsen läfst, so dafs keine Luft hineinströmen kann, so hört man den Schall so ungeschwächt als vorher, da die Mündung offen blieb, und die Luft in sie einströmen konnte. Der Rücklauf der Kanone ist aber bei geschlofsner Mündung beträchtlich geringer,

Es giebt aber noch eine Erscheinung, die dem Beobachter, wenn er in der Nähe ist, wo der Blitz einschlägt, nicht entgehen kann, und wodurch sich der Donner von allen nachgemachten Arten des Schalls unterscheidet, nämlich der scharfe, schmetternde, so zu sagen, zerreissende Ton, den man beim Einschlagen, und in der gröfsten Nähe des Gewitters hört. Er ist so scharf und abgebrochen gegen den rollenden Ton, wie der scharfe Ton einer Trompete gegen den eines Fagots.

Die Geschwindigkeit, womit ruhige Luft in einen luftleeren Raum einströmt, und welche 1281,6 paris. Fuss beträgt, giebt den gewöhnlichen heftig knallenden, aber gleichförmigen Schall. Bei dem Abspringen des Blitzes hingegen ist die Luft in der vor den Blitz her getriebenen Luftkugel, wie vorhin erwähnt, in einem hohen Grade zusammengepresst, und indem der Blitz zurückweicht und dadurch den leeren Raum bildet, stürzt die zusammengepresste Luft mit unglaublicher Gewalt ihm nach, und dieser bringt den Ton (welchen ich mit dem, den der Trompetenblaser durch seinen Zungenschlag so scharf und schmetternd macht, ver-

als bei offner. Das Zündloch war hierbei mit einer Schraube verschlossen, und das Pulver wurde entweder von vorne durch Stubinen, oder vom Zündloch her durch ein glühendes Eisen entzündet. Diese Versuche haben mich bestimmt, nur den Feuerstrahl in freier Luft (ausserhalb der Mündung) in Betrachtung zu ziehn.

glichen habe,) nur in einem ungleich gröſsern Verhältniſs hervor.

Die Zukunft, und genau angeſtellte Verſuche werden entſcheiden, ob und wie viel ich mich irre. Der Gegenſtand hat mir ſo wichtig für die Naturlehre geſchienen, daſs ich mich mit demſelben mit allem Eifer beſchäftigt habe, ſo viel es meine Zeit erlaubte, und ich darf glauben, daſs ich etwas Beſtimmtes würde geliefert haben, wäre ich nicht durch Umſtände, die ich abzuändern nicht im Stande war, aus meinen Verhältniſſen herausgeriſſen worden. Gern hätte ich etwas ausgearbeitet über den Widerſtand der Luft bei einer ausnehmend gröſseren Geſchwindigkeit, als wir unſern Bomben und Kanonenkugeln geben können; ich finde aber, daſs dieſes meine wiſſenſchaftlichen Kräfte überſteigt, und thue darauf Verzicht.

Ich bin im Beſitz mehrerer Erfahrungen über das Schieſsen ſenkrecht aufwärts, von eiſernen Kugeln und Cylindern von gleichem Durchmeſſer, bei ungleicher Länge und Schwere, und ich muſs aus einigen hundert ſolchen Schüſſen folgern, daſs wir mit dieſem Gegenſtande noch bei weitem nicht aufs Reine ſind *).

*) Auf meine Veranlaſſung wird bei der ſchwediſchen Artillerie mit allem Geſchütz, in ſenkrechter Richtung auf dem Schildzapfen hängend, Probe geſchoſſen. Es wird eine Grube gegraben, ſo tief, daſs nur die Mündung der Ka-

none hervorragt. In der Grube ist ein aus starkem Holze verfertigter Bock, woran die Kanone gehangen wird, ohne dass sie mit der Traube den Boden berührt. Es geschehen aus jeder Kanone 6 Schüsse: die ersten 3 mit einem 7 Kegel-Durchmesser langen Cylinder von Gusseisen, welcher für 6 Pfünder 80 bis 90 schwedische Pfund wiegt; die letzten 3 Schüsse mit 2 Kugeln, und mit der für die Kanone gewöhnlich bestimmten Pulverladung (für den 6 Pfünder 2 Pfund). Wenn ein solcher 7 Kugeln langer eiserner Cylinder aus einem 6 Pfünder mit 1 Pfund Pulver geschossen wird, vergeht zwischen dem Blitz und dem Auffallen desselben auf den Boden eine Zeit von 21 bis 22 Secunden, und bei einer Ladung von 3 Pfund Pulver beträgt diese Zeit 30 bis 31 Secunden. Der erste Schuss mit dem Cylinder geschieht mit 1 Pfund, die andern beiden Schüsse mit 3 Pfd. Pulver. Das Getöse, welches diese Cylinder beim Herunterfallen in der Luft machen, ist unbeschreiblich. In einem Umkreise von ½ schwedischer Meile glaubte Jeder, dass der Cylinder auf seinen Kopf fallen würde. Pferde, die angebunden waren, rissen sich los, um davon zu laufen. Anfänglich liefen die Bauern aus ihren Häusern, und glaubten, dass das, was herabfalle, durch die Dächer schlagen würde, und doch fielen alle Cylinder nur 6 bis 50 Fuss von der Grube herunter.

II.

Verhältnisse der fünferley Klassen der äussern sinnlichen Erscheinungen zu einander,

von

Mag. Zenneck zu Stuttgard.

Hr. M. Zenneck hat im October-Hefte des vorigen Jahrgangs dieser Annalen (B. 48. S. 193 f.) angefangen, die Leser über den Zusammenhang, worin die verschiedenartigen Erscheinungen der fünf äussern Sinne mit einander stehn, auf eine belehrende Weise zu unterhalten, und dort theils nachgewiesen, warum der erste Rang unter allen diesen Erscheinungen denen des Gefühls zukömmt, theils versucht, die Grund- und Neben-Erscheinungen dieser Klasse von einander zu sondern. In gegenwärtigem Aufsatze geht er zu den Erscheinungen der vier übrigen äussern Sinne nach ihrer Rangordnung über. Bemerkungen, die auch an sich nicht neu sind, erscheinen durch ein solches Zusammenstellen und Gegeneinander-Halten oft in neuem Lichte, und besonders scheint das, was von dem Verf. über die drei letzten Klassen gesagt wird, die Aufmerksamkeit der Naturforscher zu verdienen.

Gilbert.

B. *Vorzüge der Gesichts-Erscheinungen.*

Mit dem Organe des Gefühlsinns fasst unsere Erkenntniss Wurzel auf dem Boden der Erfahrung; mit dem des Gesichtsinns erhebt sie sich über denselben, und treibt Blüthen und Früchte, die alle Bewunderung verdienen, und durch welche der Beobachter leicht verführt wird, dieser Klasse von Erscheinungen wo nicht den ersten, doch einen gleichen Rang mit der Klasse der Gefühls-Erscheinungen einzuräumen. Mehrere Vorzüge vor den andern Klassen der sinnlichen Erscheinungen sind ihr mit dieser gemein, und in einigen übertrifft sie selbst diese.

a) *Gemeinschaftliche Vorzüge beider Klassen.*

1) Läſst man nur diejenigen Erscheinungen für Gattungen gelten, in denen andere Erscheinungen, wegen der Gleichheit gewisser Merkmahle, als Arten enthalten sind, so finden wir bei den Gesichts-Erscheinungen keine so bestimmte Anzahl von Gattungen, wie bei den Gefühls-Erscheinungen (A. 2.). Denn wer wollte z. B. behaupten, dass die grüne Farbe eine Art von Blau, die braune eine Art von Roth, und die graue eine Art von Schwarz oder Weiſs wäre? Oder, wer möchte sich anmaſsen, bei dem Anblick der weiſsen Farbe irgend eine andere Farbe, die der Theoretiker daraus entstehn läſst, darin wahrzunehmen? — Wenn man dagegen bei Untersuchung der Frage, ob zu einer gewissen Klasse von Erscheinungen eine bestimmte Anzahl

von Gattungen gehöre, nicht blos den Begriff der Subordination, sondern auch den der Entstehung von Gattung als Vergleichungspunct zuläſst, so daſs man solche Erscheinungen Haupt-Gattungen nennen darf, aus denen andere Erscheinungen derselben Klasse auf irgend eine erweisliche Art entstehn, so kann den Gesichts-Erscheinungen der ähnliche Vorzug vor andern Klassen nicht abgesprochen werden. Nur herrscht freilich noch ein Streit über die nähere Bestimmung von der Zahl der zu Haupt-Gattungen zu erhebenden Farben. Denn bekanntlich führt die Theorie des Prisma auf 7 einfache Farben; der Grundsatz der Mischung hingegen auf 5, und die physiologische Ansicht nur auf die 3 Hauptfarben, Roth, Gelb und Blau, als Erscheinungen, aus denen alle andere Gattungen und Arten von möglichen Farben hervorgehen. Wie es sich aber auch mit diesen verschiednen Reductions-Versuchen verhalte, und was für eine bestimmte Zahl von Hauptfarben man auch in dieser genetischen Beziehung annehmen mag; so ist doch nicht zu läugnen, daſs, wie sich bei den Erscheinungen des Gefühls einige als Haupt-Gattungen vor andern auszeichnen, auch bei denen des Gesichts *eine gewisse Anzahl von Gattungen* die Aufmerksamkeit des Beobachters besonders auf sich zieht, und daher auch schon längst mit eigenthümlichen Namen belegt zu seyn scheint. Bei den drei andern Klassen sinnlicher Erscheinungen möchte sich zwar vielleicht auch eine gewisse Anzahl von Haupt-Gat-

tungen herausfinden lassen; aber von selbst ist bisher bei ihnen noch keine so in die Augen gefallen, und hat so sehr zu Versuchen, das Mannigfaltige und Vielfache aus dem Einfachen zu erklären, gereizt, als das bei der Klasse der Gesichts-Erscheinungen der Fall ist. So sehr sich indess auch unter den Gesichts-Erscheinungen eine gewisse Anzahl vor den andern auszeichnen, so ist dieses doch an den Gegenständen selbst nicht so schneidend und nicht so gleichbleibend, als bei den fünf Gattungen der Gefühls-Erscheinungen. Denn bei diesen findet, wie wir gesehn haben, bei keinem Gegenstande ein Uebergang der einen Gattung in die andere Statt; desto mehr ist dieses aber bei den Gesichts-Erscheinungen der Fall. Nähern sich daher auch beide darin, dass eine gewisse Anzahl Gattungen vor den andern sich auszeichnen, so entfernen sich doch letztere von erstern wieder durch ihre grosse Anzahl von Zwischen-Gattungen, und sie bilden dadurch einen nicht unmerkwürdigen Uebergang zu den drei andern Klassen der sinnlichen Erscheinungen.

2) Von den *drei Dimensionen des Raums*, welche das Gefühl uns giebt, erhalten wir auch durch den Gesichtsinn *zwei*, die Länge und Breite, oder zusammengenommen, die Fläche. Diese beiden Anschauungsarten sind durch ihn unmittelbar und ohne alle Schlussreihe gegeben; aber auch nicht mehr, als diese zwei. Denn so sehr es scheint, als ob auch die Anschauung der Dicke mit dem

Sehen unmittelbar verbunden sey, (da man eben diese Eigenschaft nicht blos an den Gegenständen selbst, sondern auch an den treuen Darstellungen, die etwa der Spiegel oder eine Zeichnung davon liefert, so leicht beurtheilen kann,) so widerlegen eben diese Darstellungen diesen falschen Schein von selbst dadurch, dass sie auf einer blossen Fläche aufgetragen sind. Uebrigens gereicht es dem Gesichtsinn zum Vorzug in Vergleichung mit den andern Klassen sinnlicher Organe, dass er durch die Empfindungen von Licht und Schatten den Mangel von der Anschauung der Dicke weit mehr ersetzt, und dass er die Schlussfolge, die man an jene Vorstellungen anknüpft, weit besser als alle andre Sinnorgane, wenn schon nicht immer auf eine untrügliche Weise, begründet.

3) Umfasst der Gesichtsinn auch nicht alles, was Körper ist, wie der Gefühlsinn, so erstreckt sich doch seine Herrschaft weit über den *grössten Theil materieller Gegenstände*, da nur wenige, wie z. B. die Luft, ihre verschiedenen Arten, und Wasser, unter gewissen Bedingungen zu den unsichtbaren Körpern zu rechnen sind. Mit dem Gehörsinn darf er sich freilich in dieser Hinsicht nicht messen; aber desto mehr mit dem Geruch- und Geschmacksinn, bei denen weit mehr Materien von der Empfindung ausgeschlossen sind.

4) Noch mehr als durch die vorige Eigenschaft übertrifft der Gesichtsinn, wie der Gefühlsinn, wenn schon nicht in gleichem Grade, die drei andern

innorgane durch die *größere Dauer* und *Häufigkeit seiner Erscheinungen.* Nicht als ob das Sichtbare an keine besondere Bedingung seiner Entstehung gebunden und keiner Verwandlung ins Unsichtbare unterworfen wäre; aber die Bedingung der Sichtbarkeit, das Licht, ist eine länger dauernde und öfter wiederkehrende Erscheinung, und eine Verwandlung in das Unsichtbare ist weit seltener, als es bei den Erscheinungen des Gehörs, des Geruchs und des Geschmacks in der ähnlichen Beziehung der Fall ist. Bei einer solchen flüchtigen Einwirkung auf die entsprechenden Organe ist es daher auch kein Wunder, daſs diese Erscheinungen weit weniger, als die des Gesichts und des Gefühls, zur Unterscheidung der Gegenstände gebraucht werden, und daſs überhaupt ihre Natur in mancher Hinsicht noch weit weniger untersucht und bekannt ist, als die der andern Erscheinungen.

5) Wie endlich der Gefühlsinn durch die beständige Wirkung gewisser Erscheinungen, und durch die sehr häufige von einigen andern, weniger erschöpft zu werden scheint, als die Organe des Gehörs, des Geruchs und des Geschmacks durch eine stetige Dauer ihres Gebrauchs; so dürfte vielleicht wohl auch dem Gesichtsinn eine ähnliche *Stärke der Ausdauer* als Vorzug zuerkannt werden. Zu groſse und zu anhaltende Anstrengung ermüdet und schwächt allerdings auch dieses zarte Organ; aber die Ermüdung tritt bei ihm doch lange nicht so bald ein, als bei den andern genannten Organen,

Insbesondere scheinen die des Geruchs und des Geschmacks durch anhaltenden Gebrauch weit mehr abgestumpft, und zur scharfen Unterscheidung der auf sie sich beziehenden Erscheinungen weniger tauglich gemacht zu werden.

b) *Eigenthümliche des Gesichtsinns.*

α) *In Ansehung des Raums und der Zeit.*

1) Die *Entfernung*, in welcher das Licht auf das Auge wirkt, und die *Geschwindigkeit*, womit diese Wirkung sich bis zu demselben fortpflanzt, sind so *groſs*, daſs von allen andern Erscheinungen, die gleichfalls in der Entfernung wirken, keine einzige hierin die Vergleichung mit dem Lichte aushält, sey es nun, weil diese Eigenschaft bei ihnen wirklich in ein Nichts verschwindet, oder weil wir ihre Gröſse noch nicht genugsam kennen. Schall, Geruch, Wärme und Kälte, Electricität und thierischer Magnetismus sind Erscheinungen, die, so weit man sie bis jetzt kennt, nur der Erde angehören. Mag daher die Entfernung, in der sie fortwirken, noch so groſs seyn, und, was besonders bei dem thierischen Magnetismus der Fall ist, noch so wunderbar erscheinen; so bleibt doch immer die unermeſsliche Entfernung der Lichtwirkungen noch ein ungleich gröſseres Wunder, und es steht jene unendlich weit hinter dieser zurück. Eher möchten sich noch die Entfernungen, in welche sich die kosmischen Wirkungen des unorganischen Magnetismus und der Schwerkraft ausdehnen, mit ihr messen

lassen. Aber abgesehn davon, dass diese Erscheinungen nicht unmittelbare Wirkungen der Körper auf die Empfindung sind, wie die Gesichts-Erscheinungen, so ist noch nicht erwiesen, dass das Gebiet dieser Kräfte sich so weit erstrecke als die Entfernung des letzten Fixsterns beträgt, den unser bewaffnetes Auge zu erreichen vermag.

2) Auch die *Fläche*, die das Auge von einem Standpunct aus auf einmahl fassen kann, ist unendlich *grösser*, als die Ausdehnung, die der Gefühlsinn unmittelbar und ohne Ortsveränderung aufnehmen kann, ungeachtet dieses Organ an sich selbst von weit grösserem Umfang ist, als das der Gesichts-Erscheinungen. Doch diese ausgezeichnete Eigenschaft ist nur eine Folge von der Fähigkeit, überhaupt eine Fläche anzuschauen, und, was bei dem Gesichtsinn allein zugleich damit verbunden ist, das im Raum angeschaute aus einer kleinern oder grössern, ja unendlich grossen Entfernung zu erhalten.

3) Noch erweitert sich der ungeheure Wirkungskreis der Gesichts-Erscheinungen durch die *vielerlei Veränderungen*, die der Lichtstrahl vermöge der Brechung, Zurückwerfung und Beugung auf seinem Wege bis zum Auge erleidet, und es entsteht eben dadurch noch ein weiterer Vorzug jener Erscheinungen vor andern. Zurückwerfung zeigen zwar auch die Erscheinungen des Schalls, der Wärme und des Lebens-Magnetismus, und vermehren dadurch ebenfalls theils ihre Kraft durch

Concentrirung, theils überhaupt die Mittel und Wege ihrer Wirksamkeit. Aber sie geschieht bei ihnen nicht mit der Leichtigkeit, Bestimmtheit und Mannigfaltigkeit von Folgen, die man bei der Zurückwerfung des Lichtstrahls beobachtet; und dann fehlen noch bei ihnen gänzlich die Brechung und Beugung, diese wichtigen Richtungs-Veränderungen, mit denen ein noch weit häufigeres und mannigfaltigeres Farbenspiel als mit der Zurückwerfung verbunden ist.

β) In Beziehung auf das Organ.

4) Wenn die Licht-Erscheinungen, die sich bei innern oder äufsern Nervenreizen ohne gegebene äufsere Lichteindrücke auf verschiedene Weise zeigen, nicht anders erklärt werden können, als aus einer gewissen Thätigkeit des Gesichtsorgans selbst; wenn ferner die Veränderungen des Hellen ins Dunkle bei vorhandnen Lichteindrücken, des blendenden Bildes in einen bunten Farbenwechsel, und des schwach wirkenden Lichts in Farbenringe, auf eine besondere Thätigkeit des Auges schliefsen lassen; — und wenn endlich die bei den farbigen Schatten unläugbar successiven und simultanen Erscheinungen entgegengesetzter Farben eine solche, nach eignen Gesetzen schaffende Thätigkeit des Organs zu beweisen scheinen; — so darf diese *eigene Thätigkeit* gewiss als ein Vorzug der Gesichts-Erscheinungen aufgestellt werden. Denn eine ähnliche Eigenschaft ist bis jetzt bei den andern Sinn-

organen noch nicht bekannt, wenn dieſe auch ſchon bei den Eindrücken, die auf ſie geſchehen, nicht ſo paſſiv ſich verhalten mögen, als man ſich häufig vorſtellt.

5) Sehr wichtig, und eine ausgezeichnete Eigenſchaft iſt die *Freiheit bei dem Gebrauch des Geſichtorgans.* Bei dem Geruchſinn iſt keine Vorrichtung an dem Organ ſelbſt vorhanden, um aufgedrungene Gerüche abzuhalten; und bei dem Gehörſinn fehlt gleichfalls eine Anſtalt zur Zurückweiſung ſtörender Töne. Der Geſchmackſinn iſt mit dem Nahrungsorgan ſo innig verbunden, daſs die Empfindungen des letzten von dieſem nicht nach Willkühr getrennt werden können. Und auf das Gefühl ſtrömen unaufhörlich unzählig viele Erſcheinungen ein, die ſich zwar zum Theil verändern, aber nicht abweiſen laſſen, ohne durch andere erſetzt zu werden; und nur in ſo fern dieſer Sinn Taſtungsorgan iſt, durch welches (beſonders vermittelſt einzelner vorzüglich dazu tauglicher Theile) Raumverhältniſſe beſtimmt werden, findet freie Willkühr ſeines Gebrauchs Statt. Weit vollkommner iſt dafür bei dem Geſichtſinn durch die leichte, von andern Organen unabhängige Beweglichkeit und willkührliche Verſchlieſsbarkeit des Organs geſorgt, ſo daſs es kein Wunder iſt, wenn vorzüglich in dieſem Organ der Geiſt und die Seele des Menſchen ſich [illegible]ſprechen, und wenn die Kunſt, die auf den Ge[illegible]-Erſcheinungen beruht, für freier und höher als [illegible] Kunſt der ſich aufdringenden Töne erklärt wird.

γ) In Rücksicht auf die Seelenkräfte.

6) Veranlaſst schon die vorige Eigenschaft der Gesichts-Erscheinungen, der darauf sich beziehenden Kunst einen höhern Werth als andern Künsten einzuräumen, so muſs das noch mehr der Fall seyn bei Betrachtung der *ungleich schwächern Lust und Unlust*, welche die Gesichts-Vorstellungen als solche an und für sich begleiten. Denn, wo jene durch die Erscheinungen und sinnlichen Eindrücke zu stark aufgeregt werden, da hemmen sie den freien Aufschwung der geistigen Kräfte, und erstickt ist alles Kunstgefühl bei solchen Erscheinungen. Daher mag auch die Untauglichkeit der Geruchs-, Geschmacks- nnd Gefühls-Erscheinungen zu ästhetischen Gegenständen, zum Theil wenigstens herrühren, und der stärkere Einfluſs, den die Musik auf den rohen und sinnlichern Menschen ausübt, sich einigermaſsen erklären. Uebrigens gebührt selbst bei den Gesichts-Erscheinungen nicht allen das gleiche Lob der ästhetischen Tauglichkeit, da es scheint, als ob das reinere Gefühl des Schönen mehr durch die Anschauung der räumlichen Verhältnisse, als durch die Empfindung der verschiedenen Farben geweckt und erhalten werde, und als ob die letzten mehr die sinnlichen als die geistigen Kräfte des Beobachters in Thätigkeit setzten.

7) Auf der geringen Beziehung, in der die Gesichts-Erscheinungen zu dem Begehrungs-Vermögen stehen, so wie auf noch andern vorgenannten Eigenschaften, z. B. der häufigen Wiederkehr der Er-

scheinungen und Anschauung des Raums, beruht die bei dieser Klasse von Empfindungen vorzüglich vorkommende *Ideen-Association*. Auch mit den Tönen, Gerüchen, den Geschmack- und Gefühls-Erscheinungen treten bei ihrer Einwirkung auf die Vorstellkraft andere mehr oder weniger verwandte Ideen so in Verbindung, dass, wenn irgend eine von jenen Vorstellungen wiederkehrt, auch diese sich in ihrem Gefolge zeigen. Aber weit allgemeiner, weit leichter und daurender ketten sich die Vorstellungen an die Bilder des Gesichtsinns, und es scheinen diese, besonders als Raums-Vorstellungen, die Grundlage und gleichsam der Kern zu seyn, an den sich alle übrige Vorstellungen, sinnliche und übersinnliche, ansetzen und ihre Bildung zu einer festen Masse beginnen.

8) Aus ähnlichen Quellen, vielleicht aber besonders aus der Gleichzeitigkeit im Raume, fliesst ohne Zweifel noch der Vorzug der *Klarheit* und *Deutlichkeit* bei den Gesichts-Erscheinungen aus den darauf beruhenden Begriffen. In jeder Klasse führen die Empfindungen von verschiedener Art und Gattung theils eigenthümliche, theils entlehnte, bildliche oder von den Namen der Gegenstände hergenommene Benennungen; aber in keiner Klasse kommen so viele eigenthümliche Wörter vor, und aus keiner sind so viele zur bildlichen Bezeichnung anderer Vorstellungen entlehnt, als aus der Klasse [illegible] Gesichts-Erscheinungen. Auch giebt es insbe[illegible]re in keiner Klasse sinnlicher Erscheinungen

einen eigenthümlichen Ausdruck für den höchsten und andere Wirkungen bedingenden Grad von Erscheinung, ausser in der Klasse der Gesichts-Erscheinungen, wo dieser Grad durch das Wort *Licht* so scharf bezeichnet ist, dass er der Phantasie immer als etwas für sich Bestehendes und Materielles vorschwebt; zum augenscheinlichen Beweis, wie deutlich in dieser Klasse Ursache und Wirkung geschieden werden. Daher werden auch aus dieser Klasse weit lieber als aus jeder andern die Merkmahle hergenommen, welche uns zur Unterscheidung der Körper dienen, und zwar nicht blos räumliche, sondern auch auf die Farben sich beziehende, so wenig oft letztere durch ihre Veränderlichkeit einen daurenden Charakter begründen. Denn diese Empfindungen stellen sich klar und deutlich, wie vor das physische Auge, so bei der Erinnerung vor das geistige, und mahlen so leicht das ganze Bild wieder vor, in welchem sie mit andern Erscheinungen so lebhaft gezeichnet waren.

So dient also die Klasse der Gesichts-Erscheinungen zu einer grossen und freien Werkstätte geistiger Operationen, und scheint durch ihre glänzenden Vorzüge noch über die Klasse der Gefühls-Erscheinungen hervorzuragen. Aber es stützt sich doch zuletzt die Erkenntniss dieser vorzüglichen Eigenschaften nur auf den festen und daurenden Grund der Gefühls-Erscheinungen; auch schwebt das Auge nur hin über die Oberfläche der Aussen-

welt, die ihm der Gefühlsinn aufschliefst, und vermag nicht, wie dieser, sowohl von andern Sinnwerkzeugen unterstützt, als auch schon für sich, unmittelbar in den Hintergrund der geöffneten Körperwelt einzudringen.

C. *Vorzüge der Gehörs-Erscheinungen.*

Wäre mit diesen Erscheinungen eben so, wie mit den Gesichts-Erscheinungen, eine unmittelbare Anschauung der Raumverhältnisse gepaart, so würde es zweifelhaft seyn, welche dieser beiden Klassen vor der andern gestellt werden müsste; da beide so viele ähnliche, besonders ästhetische Vorzüge besitzen. Aber auf dem Gebiet der Gehörs- Geruchs- und Geschmacks-Erscheinungen verläfst uns alle unmittelbare Raumsanschauung der Gegenstände, welche für die Vollkommenheit unserer Kenntnisse so wichtig ist, und es kann daher kein Bedenken haben, dafs die Gesichts-Erscheinungen der Klasse der eben genannten Sinnes-Erscheinungen, der diesen besonders eignen Vorzüge ungeachtet, vorangeht.

a) *Gemeinschaftliche Vorzüge.*

1) Die Empfindungen des Gehörs, wie die des Gesichts, erscheinen mit gröfserer *Klarheit* und *Deutlichkeit*. Denn die Ursache des Sichtbaren trennt der Verstand von den Körpern unter dem eigenthümlichen Namen von Licht, und erklärt sie, nach der gewöhnlichen Ansicht, für etwas Selbst-

ständiges, für eine besondere Art von Körper. Mit gleicher Leichtigkeit wird auch der Grund des Gehörten von diesem selbst abgesondert, und jenem die eigenthümliche Benennung von Schall beigelegt, doch ohne gerade hier auf eine besondere Materialität zu dringen. So hat auch die Sprache bei diesen beiden Klassen von Erscheinungen schon längst mehr eigenthümliche Namen, als bei denen des Geruchs und Geschmacks, für die Begriffe von Gattung, Art und Grad geschaffen, z. B. die Namen *Farbe* und *Klang*, *Helligkeit*, *Ton* und *Laut*; und wenn sie für manche Vorstellungen bei diesen Erscheinungen fremde Ausdrücke aufgenommen hat, so entlehnte sie sie wenigstens von dem einen Gebiete, um in dem andern davon Gebrauch zu machen, wie z. B. die Ausdrücke: *hochroth*, *schreiende Farbe*, *helle Stimme*, *Abklingen der Farben*, *Ton der Farben* u. dgl. beweisen. Ueberhaupt zeigt die Sprache in ihren Bezeichnungen der Gehörs-Erscheinungen, besonders der Töne, einen größeren Reichthum, als in denen der Geruchs- und Geschmacks-Erscheinungen, zum augenscheinlichen Beweise, daß auf dem Gebiete jener eine größere Deutlichkeit herrscht, als auf dem der beiden letzten.

2) Die *Entfernung*, in welcher ein sehr starker Geruch auf das Organ noch wirken kann, ist zwar noch nicht gemessen worden, die gemeine Erfahrung belehrt uns indeß hinlänglich, daß in dieser Hinsicht der Schall (so wie das Licht, wenn

schon nicht in gleichem Grade) den Vorzug vor den Geruchs-Erscheinungen hat.

3) Eben so nehmen die Gehörs-Erscheinungen auch an dem Vorzuge der *Zurückwerfung* Theil, indess man diese Eigenschaft bisher noch nicht an den Gerüchen beobachtet hat.

4) Auch die bestimmtere *Duplicität des Gehörorgans*, und die mindere Abhängigkeit der krankhaften Zustände des einen von dem andern, trägt, wie bei dem Gesichtsorgan, dazu bei, dass die Erscheinungen und Kenntnisse, die sich darauf beziehn, vollkommner sind, als dies bei der Organisation der Geruch- und Geschmackssinne möglich ist.

5) Bei den Gesichts-Erscheinungen wurde die geringe *Beziehung* der Farben *auf Lust und Unlust* als Vorzug angeführt. Sie ist auch den Gehörs-Erscheinungen eigen; und wenn sie gleich das Begehrungs-Vermögen mehr als jene in Anspruch nehmen, so entsteht doch aus diesen Beziehungen kein so grosses Hinderniss gegen ihre ästhetische Anwendbarkeit, als bei Geruch und Geschmack, aus der weit grössern Subjectivität.

6) Die *Ideen-Association* wurde gleichfalls als vorzügliche Eigenschaft an den Gesichts-Erscheinungen gerühmt. Wenn sie aber dort wegen ihres grossen Umfangs und Gehalts eine besondere Auszeichnung verdiente; so darf sie hier bei den Gehörs-Erscheinungen, wo die abstracteren Begriffe sich an die artikulirten Töne anknüpfen und die

Functionen des Denkens überhaupt an der Sprache eine grofse Unterstützung erhalten, wohl nicht übergangen werden.

7) Wenn die Gesichts-Vorstellungen sich in ungleich höherem Grade leicht *wieder hervorrufen* lassen, und sich nach dem Talent mehr oder weniger willig der *Phantasie* unterwerfen, welche über die Geruchs- und Geschmacks-Vorstellungen keine Herrschaft ausüben zu können scheint; so reproduciren sich auch gern die Gehörs-Erscheinungen, und legen vermöge dieser Eigenschaft, wie jene vorzüglich in dem Raum, so in der Zeit, den Grund zu einer Kunst, die mit der Zeichenkunst und Malerei einen vielleicht nie zu entscheidenden Wettstreit führt.

8) In der Malerey kömmt eine *doppelte Harmonie* der Farben vor, nämlich: erstens die wohlgefällige Zusammenstellung verschiedener Farbengattungen, als z. B. die des Grünen mit dem Rothen, des Gelben mit dem Violetten, und zweitens der verhältnissmäfsige Grad von Helligkeit und Dunkelheit, mit dem die Farben eines Gemäldes nach dem Zwecke seiner Wirkung darzustellen sind, kurz, der Ton der Farben. Dieselbe doppelte Harmonie findet in der That auch in der Musik Statt; denn sie betrifft nicht blos den Ton und seine Verhältnisse, sondern es macht gewifs auch der Klang, d. h. die eigenthümliche Art und Weise von Schall, an der ein Gegenstand von dem andern bei sonst gleicher Beschaffenheit des Tons und Lauts unterschieden wer-

den kann, einen nicht unbedeutenden Theil der musikalischen Harmonie aus.

9) Raums-Verhältnisse gehören nicht nur zu allen Gesichts-Erscheinungen, sondern sie werden auch, und zwar insbesondere die der Linien, nach Verschiedenheit der Talente, auf eine Art aufgefasst, dass sie die Grundlage einer Kunst bilden. *Zeitverhältnisse* fallen zwar auch in den Kreis dieser Erscheinungen, so wie überhaupt in alle andere Sinne; aber von keinem Sinn werden sie mit einer solchen Genauigkeit und Leichtigkeit aufgenommen, als von dem des Gehörs, und indem Tact die Seele der Tonkunst ist, so leistet dieses Organ von dieser Seite her eben so viel, als das Organ des Gesichts durch seine Fähigkeit der Raums-Beschauungen.

10) Wie endlich einer jeden Farbe eine gewisse eigenthümliche *moralische Wirkung* auf das Gemüth, sowohl für sich, als in Verbindung mit andern zukömmt, so dass sich manche Stimmung desselben oft aus der Beschaffenheit der umgebenden Farben erklären mag; so bringen Tact, Ton und Klang noch in weit höherem Grade und gewisser die Stimmungen des Gemüths hervor, die der talentvolle Künstler beabsichtigt.

b) *Besondere Vorzüge.*

1) Die Gehörs-Erscheinungen haben zwar im Allgemeinen in Ansehung der Klarheit und Deutlichkeit, mit der sie vorgestellt werden, nur vor

den Geruchs- und Geschmacks-Erscheinungen den Vorrang, stehn aber den Gesichts-Erscheinungen nach; doch zeichnen sie sich selbst vor den letztern durch die grosse *Bestimmtheit* aus, mit der die *Töne* aufgefasst, bezeichnet und wieder hervorgebracht werden. Denn alle bisherige Versuche von Farbensystemen sind, wo nicht ganz mislungen, doch höchst unvollkommen, gegen die schon längst bestehenden Scalen der Töne.

2) Ausser den Erscheinungen der Temperatur, der Schwere und des Magnetismus kennen wir keine, die sich durch *alle* Arten von *Körper*, wenn schon mit verschiedenem Grade von Leichtigkeit, *fortleitet*, als den Schall; und es gehört dieser Vorzug, den die Erscheinungen des Lichts, des Geruchs und der Electricität entbehren, wegen der für die Sprache und Musik davon abhängenden Folgen, gewiss nicht zu den unwichtigen.

3) Wie die *Sphäre* der Fortpflanzung des Schalls allgemein ist, so ist auch die seiner *Entstehung*, und zwar ohne Zweifel aus gleichem Grunde, eine *allgemeine*. Dieses ist weder bei dem Lichte, noch bei dem Geruch und Geschmack ohne Qualitäts-Veränderung der Fall.

4) Endlich kömmt dem Schall noch eine Eigenschaft vorzugsweise zu, welche die Erklärung und weitere Untersuchung seiner Natur sehr erleichtert, nämlich die *Coexistenz* seiner Erscheinung *mit* den fühlbaren und sichtbaren *Schwingungen* des schallenden Körpers. Mögen wir zwar

auch bei entstehendem Licht manche fühlbare Veränderung, besonders die der Temperatur, oft zugleich wahrnehmen; so sind doch nie solche bestimmte mechanische Veränderungen damit verbunden, dass man dadurch veranlasst wäre, die Erscheinungen desselben eben so, wie die des Schalls, für mechanische Zustände der Körper anzusehen, und sich mit dieser Erklärung über die Kenntniss der Natur des Lichtes zu beruhigen. Vielmehr weist die Verschiedenheit in der Entstehungsweise, in den Gesetzen der Fortpflanzung und in den Richtung-Veränderungen auf eine andere Quelle hin, aus der man die dem Schall sonst sehr ähnlichen Erscheinungen des Lichts herzuleiten hat.

D. *Vorzüge der Geruchs-Erscheinungen.*

Indem wir mit unserer Betrachtung zu dieser Klasse der äussern sinnlichen Erscheinungen gelangen, kommen wir auf ein bisher noch sehr unangebautes, wenn schon vielleicht der gewöhnlichen Meinung nach nicht so unfruchtbares Feld der Naturwissenschaft. Der Mangel an Verbindung räumlicher Verhältnisse mit diesen Erscheinungen in der unmittelbaren Anschauung, ihr minder häufiges Vorkommen im gemeinen Leben, die Flüchtigkeit der darauf sich beziehenden Vorstellungen; ihr bedeutender Einfluss auf das Begehrungs-Vermögen, die nicht selten bei ihnen vorkommenden Idiosynkrasieen, die grössere Abhängigkeit des entsprechenden Organs von dem Zustande der übrigen Or-

ganisation, und die nicht zu läugnende Verwandtschaft seiner Wirkungen mit denen des Geschmacksorgans; alle diese Umstände legen der Untersuchung so viel Hindernisse in den Weg, dafs sich von den vorzüglichen Eigenschaften der Geruchs-Erscheinungen für jetzt etwa nur Folgendes angeben läfst.

b) *Gemeinschaftliche Vorzüge.*

1) Wie die Erscheinungen der vorhergehenden Klassen in die *Ferne* wirken, so nehmen auch die Geruchs-Erscheinungen, wenn schon (bei dem cultivirten Menschen wenigstens) in weit geringerem Grade, Theil an diesem Vorzug vor den nur in der Berührung entstehenden Geschmacks-Erscheinungen. Die materiellen gröbern Ausflüsse, die bei sehr vielen Körpern während ihres Riechens unläugbar vorkommen, sind wohl gegen die verglichene Wirkungsart in die Ferne keine gültigen Einwendungen, da man bei vielen andern stark riechenden Stoffen noch keinen Gewichtsverlust hat aufweisen können, und da die bei so manchen Thieren Statt findende sehr grofse Entfernuug der Geruchswirkungen sich aus einer Ausströmung von gewissen Geruchsstoffen nicht sehr begreifen läfst.

2) Bei den vorhergehenden Klassen können immer mehrere Erscheinungen zugleich aufgefafst und empfunden werden; dieses findet nun auch bei der vorliegenden Klasse Statt, und es darf diese Eigenschaft ihr weniger als der folgenden abge-

sprochen werden. Schon die Wirksamkeit in die Ferne macht das Geruchsorgan *coexistenter Wahrnehmungen* fähig, und es sind vielleicht nur die seltenere Gelegenheit, die geringere Uebung des Organs, und ungerechter Mangel an Aufmerksamkeit Schuld daran, dass solche Wahrnehmungen weniger gemacht werden, als es sonst möglich ist. Ja es lassen sich nicht blos die Gerüche von getrennten Körpern, wenn anders nicht einer davon zu vorherrschend ist, unterscheiden, sondern man kann auch selbst bei gemischten riechenden Stoffen den einen und den andern nach dem Geruch zugleich erkennen, wie z. B. in dem *pulvis dentifric.* die Myrrhen und Nelken, und in dem *pulv. lenitiv. tart.* den Fenchel und die Senesblätter; so dass das Geruchsorgan in dieser Hinsicht noch mehr zu leisten scheint, als das Gesichtsorgan, bei dem die besondern Farben gemischter Stoffe in eine andere allgemeine zusammenfliessen.

5) Sind die Empfindungen des Geruchs zwar nicht, wie die des Gesichts und des Gehörs, einer willkührlichen Wieder-Hervorrufung fähig und dem Spiel einer freien Phantasie unterworfen; so *vergesellschaften* sie sich doch weit mehr als die Empfindungen des Geschmacks mit Vorstellungen anderer Art, besonders mit solchen, welche den Affecten und Leidenschaften zum Grunde liegen, und stehen überhaupt mit der feinern Sinnlichkeit des Menschen noch in grösserem Zusammenhange, als die letztern. Auch scheinen sie sogar noch eher,

als diese, sich mit Begriffen verbinden zu können, da bei der Wiederkehr der Geruchs-Erscheinungen, die irgend einmal in Gesellschaft anderer Empfindungen und Vorstellungen empfunden worden sind, der ganze bisher verschlossene Kreis von Erinnerungen sich nicht selten der Vorstellungskraft wieder öffnet, und die Phantasie zu lebhafter Thätigkeit veranlasst,

4) Wenn Wirksamkeit der Erscheinungen in die Ferne, wenn Gleichzeitigkeit verschiedenartiger Empfindungen, und Vergesellschaftung der Vorstellungen zu den Bedingungen gehören, unter denen *ästhetisches Gefühl* entstehen kann; so dürften die Geruchs-Erscheinungen, bei denen diese Erfordernisse noch eintreffen, auch wegen dieser möglichen Beziehungen den Geschmacks-Erscheinungen vorangesetzt werden. Und wenn *Duplicität des Organs* auf die Vollkommenheit der entsprechenden Erscheinungen einen vortheilhaften Einfluss hat, so stehn die letztern auch in sofern noch gegen jene zurück.

b) *Besondere Vorzüge.*

1) Die Gerüche sind im Allgemeinen so treue Begleiter der *chemischen Veränderungen*, (wie sich dieses nicht blos analytisch bei natürlichen Zuständen organischer Körper und bei künstlichen Auflösungen, sondern auch synthetisch bei verschiedenen Zusammensetzungen erweist,) dass man den Geruchsinn schon längst mit allem Recht den *che-*

mischen Sinn geheissen hat. Allerdings stellen sich bei den chemischen Veränderungen auch häufig Erscheinungen ein, die sich noch auf andere Sinne als den des Geruchs beziehen; aber kein anderer Sinn kündigt schon in der Ferne den vorwaltenden Streit der Elementar-Kräfte oft mit solcher Klarheit und Bestimmtheit an, dass man nicht nur die Veränderung als solche, sondern auch ihre Art, ihren Grad und die dabei besonders thätigen Stoffe nicht selten erkennen kann.

2) Die Gerüche haben nach den Gefühls-Erscheinungen den stärksten *Einfluss auf die belebende Kraft* des Körpers. Denn wenn jene die letzten ganz aufheben und zernichten können, so sind die Gerüche im Stande, die Functionen des Lebens durch Hervorbringung von Ohnmachten zum Theil zu hemmen, und die gehemmten wieder in Gang zu bringen. Dieses vermag keine Erscheinung von einer andern Klasse der Empfindungen, und es ist, wo nicht zur Erklärung dieser vorzüglichen Eigenschaft hinreichend, doch immer merkwürdig, dass unter gewissen Umständen der Fortgang des Lebens von der Einwirkung auf eben das Organ abzuhängen scheint, durch welches dem Process des Athmens unaufhörlich Nahrung zugeführt werden muss.

E. *Vorzüge der Geschmacks-Erscheinungen.*

Man sollte glauben, dass bei der unleugbaren Wichtigkeit dieser Erscheinungen für die

thierische Oekonomie, und bei der so allgemein bis zur Kunst gesteigerten Sorgfalt, welche der cultivirte Mensch auf die Vervollkommnung des Genusses wendet, der sich auf sie gründet, die Wissenschaft in Ansehung dieser Klasse der sinnlichen Erscheinungen nicht weide zurückgeblieben seyn. Aber es verhält sich mit ihr hierin eben so, wie mit den Geruchs-Erscheinungen. Auch sind die Ursachen, die dort als Zeugungspuncte der wissenschaftlichen Fortschritte angeführt wurden, hier beinahe dieselben. Vorzüglich aber scheinen zwei Umstände von ungünstigem Einfluss zu seyn: das Zusammentreffen des Schmeckens mit dem Fühlen, und die so grosse Beziehung desselben auf Genuss. Jenes erschwert die Unterscheidung der Geschmacks-Empfindungen als solcher, und diese lähmt die freie Kraft der Beobachtung leicht so sehr, dass der thierische Trieb die Oberhand behält. Dessen ungeachtet würden wir den Geschmacks-Erscheinungen sehr Unrecht thun, wenn wir sie in dem bisherigen Ruf, als keiner fruchtbaren Anwendung fähig, lassen, und sie als für immer einer wissenschaftlichen Form unfähig erklären wollen. Denn sie besitzen nicht blos sehr wichtige, mit der Classe der Geruchs-Erscheinungen gemeinschaftliche Eigenschaften, sondern auch noch gewisse besondere Vorzüge, durch die sie sich an die Classen der Gesichts- und an die der Gefühls-Erscheinungen, mit denen sie

ohnehin sehr nahe verwandt sind, wieder anschliessen.

a) Gemeinschaftliche Vorzüge.

1) Unter die besondern Vorzüge der Geruchs-Erscheinungen haben wir gerechnet, dass sie von ferne die in den Körpern vorgehende chemische Veränderungen anzeigen. Aber es lässt sich auch durch sie in vielen Körpern die *bestehende chemische Beschaffenheit* erkennen und man kann auch durch sie in manchen Fällen auf die nähern oder entferntern *Grundstoffe* der Zusammensetzung geleitet werden, wie durch die Geschmacks-Erscheinungen, bei denen diese Eigenschaft freilich noch von grösserem Umfange ist, und die daher auch noch früher als jene Erscheinungen zu den *chemischen* gerechnet worden sind. Die Luftarten fallen zwar beinahe insgesammt allein in den Geruchsinn; unter den tropfbar flüssigen und festen Körpern thun aber weit mehrere ihren chemischen Zustand durch das Organ des Geschmacks, als durch das des Geruchs kund, wie dieses z. B. manche fette Oele und vorzüglich die vielen Salzarten beweisen. Auch findet sich bei jenen Körpern, wenn sie riechen, vorher weit häufiger zugleich Wirkung auf den Geschmack, als Geschmacklosigkeit; ja man darf, um sich von dem grossen Wirkungskreise des Geschmacksinns zu überzeugen, sich nur an das allgemeine Gesetz

erinnern, dass nicht blos alle in dem geschmacklosen Wasser auflösbare Stoffe, sondern auch noch andere, besonders von den Alkalien angreifbare Körper Geschmack zeigen.

2) Auf den vorhergehenden gemeinschaftlichen Vorzug gründet sich nun auch der grosse Vortheil, den die Geschmacks-Erscheinungen wie die Geruchs-Erscheinungen in sehr vielen Fällen gewähren, wenn es um schnelle, sichere und klare *Unterscheidung von* schwer zu erkennenden *Stoffen* zu thun ist. Jeder Zweig der Natur-Beschreibung schöpft aus diesen Quellen Merkmale, die bald in Verbindung mit andern Erscheinungen, bald auch allein, charakteristisch sind, und es ist in der That oft zu bewundern, mit welcher Leichtigkeit, Schnelligkeit und Schärfe die diesen beiden Erscheinungen entsprechenden Organe so viele Gegenstände unterscheiden, Stoffe, besonders die mehr oder minder zusammengesetzten aus dem Pflanzen- und Thierreich, an denen sehr häufig weder das Gefühl, noch der blosse Anblick irgend einen Unterschied wahrnehmen kann, und bei denen oft das bewaffnete Auge Mühe hat, die unterscheidenden Krystalle herauszukennen; Stoffe, die erst alsdann in andere Sinne als verschiedenartige Korper fallen, wenn sie mit andern in chemischen Conflict gesetzt werden, und deren Verschiedenheit in den Verhältnissen derselben Bestandtheile nur nach vielem Aufwande von Kosten,

Zeit und Mühe erkannt wird; solche Stoffe giebt bald der Geruchsinn, bald mehr der Geschmacksinn, im Augenblick, wo der eine oder der andere darüber befragt wird, leicht und ohne weitere Umstände als verschiedene Körper an.

b) *Besondere Vorzüge, hauptsächlich in Rücksicht auf die Geruchs-Erscheinungen.*

1) Ungeachtet mit den Empfindungen des Geschmacks Lust oder Unlust weit mehr gepaart sind als mit andern, und im allgemeinen selbst mehr als mit den Empfindungen des Geruchs; so scheinen doch die auf sie sich beziehenden Vorstellungen *klarer* zu seyn, als die, welche das Geruchsorgan liefert. Denn, worin auch die Ursache von dieser Verschiedenheit liegen mag, sei es in dem häufigern Vorkommen, oder in dem stärkern Eindruck der Geschmäcke von verschiedenartigen Gegenständen; so liegt der Beweis dieser grössern Klarheit doch offenbar vor Augen, in dem grössern Vorrath von eigenthümlichen, weder von den Objecten entlehnten, noch bildlichen Wörtern, die man bei den Geschmacks-Erscheinungen antrifft und unter denen man sogar manche findet, die zur Bezeichnung der Gerüche tauglich sind, wie z. B. die Ausdrücke säuerlich, bitterlich etc.

2) Bei der Angabe der gemeinschaftlichen Vorzüge vor andern Klassen von Erscheinungen wurde

dem Geſchmackſinne ein gröſserer *Umfang* ſeines *chemiſchen Wirkungskreiſes* beigelegt. Dieſer beſondere Vorzug wird nun auch noch vermehrt durch den *höhern Grad*, mit dem ſich die auf die Unterſcheidung der Stoffe ſich beziehende Eigenſchaften dieſes Sinns vor denen des Geruchſinns auszeichnen. Wenigſtens ſprechen ſich, wo nicht allgemein, doch in vielen Fällen die auf chemiſchen Beſtandtheilen gegründeten Unterſchiede durch jenes Organ noch deutlicher aus, als durch das letztere.

3) Auch ſtellen ſich unter den Geſchmacks-Erſcheinungen nicht blos überhaupt gewiſſe *Gegenſätze in der Empfindung* weit beſtimmter als bei den Geruchs-Erſcheinungen ein, ſondern eben dieſe Gegenſätze treffen auch gerade mit gewiſſen bei dem Auge und dem Gefühl vorkommenden entgegengeſetzten Erſcheinungen mehr als blos häufig zuſammen. Der ſaure Geſchmack, die rothe Farbe und die poſitive galvaniſche Wirkung, ſo wie auf der andern Seite der alkaliſche (dem ſüſsen ſich nähernde?) Geſchmack, die blaue nebſt der grünen Farbe, und der negative Galvanismus, — zeigen ſich ſo oft und ſo deutlich mit einander in Verbindung, daſs die Geſchmacks-Erſcheinungen bei der Betrachtung dieſer Verwandtſchaft an Werth ſehr gewinnen müſſen.

4) Hierzu kommt noch die eigenthümliche, ſchon bei den Gefühls-Erſcheinungen erwähnte,

Coexistenz der Geschmacks-Erscheinungen *mit Kristallisationen.* Es zeigt zwar nicht alles, was schmeckt, eine vor die Augen darlegbare Kristallisation, und vieles, das kristallisirt ist, schmeckt nicht, wie z. B. eine grosse Menge erdiger Fossilien. Aber da durch diese Ausnahmen blos bewiesen ist, dass das Schmecken nicht einzig und allein an die Bedingung der Kristallisation gebunden ist, und da sonst bei einer grossen Menge von Stoffen immer verschiedenen Kristallformen verschiedene Geschmäcke entsprechen, so ist diese, so zu sagen, geometrische Beziehung der Geschmacks-Erscheinungen gewiss nicht für eine unbedeutende und einer besondern Auszeichnung minder wichtige Eigenschaft anzusehen.

5) Eben so verdient auch die grössere *Dauer* der Erscheinungen des Geschmacks, im Vergleich mit denen des Geruchs, eine Erwähnung. Denn das Fadewerden eines schmeckbaren Stoffes kömmt weit seltener vor, als das Verriechen eines Körpers, und es scheint auch schon diese Verschiedenheit in der oben bemerkten verschiedenen Beziehung der Geschmäcke und Gerüche zu dem chemischen Zustande der Körper in so fern zu liegen, als jene mehr den geschlossenen chemischen Process der Bestandtheile anzeigen mögen, indessen diese eher den Fortgang desselben mit seinen Veränderungen ankündigen. Dass übrigens der Geschmack eines Körpers sich eben so leicht in einen andern, wie

ſein Geruch in einen andern verändern kann, iſt nicht zu läugnen; aber wenn jenes geſchieht, ſo ſind in dem Körper bei ſeiner Geſchmacks-Veränderung gewöhnlich andere weit weſentlichere Veränderungen als bei bloſser Geruchs-Veränderung, und zwar von der Art vorgegangen, daſs der Körper ſeine Identität völlig dabei eingebüſst hat.

6) Endlich darf als Vorzug, der ſelbſt den Gefühls-Erſcheinungen nicht allgemein zukömmt, nicht übergangen werden, daſs die Geſchmacks-Erſcheinungen (die wenigen Fälle ausgenommen, wo ſie bei ſtarken Ausdünſtungen der Körper mit Gerüchen gepaart ſind) nie ohne den *Willen* des Individui auf das Organ einwirken können. Durch dieſe in der Organiſation gegründete Beſchaffenheit zeichnen ſie ſich ſehr vor den, den Sinnen ſich aufdringenden Erſcheinungen des Geruchs und des Schalls aus, und erſetzen durch dieſe Geſelligkeit ihres Genuſſes einigermaſsen die äſthetiſche Tauglichkeit, die nur den weniger ſubjectiven Erſcheinungen des Gehörs und des Geſichts zu Theil geworden iſt.

So ſtehen demnach die Geſchmack-Erſcheinungen zwar auf der letzten Stufe der äuſsern ſinnlichen Erſcheinungen, aber ſie haben doch auch ihre eignen Vorzüge, und ſo weiſt überhaupt jede von den fünferlei Klaſſen, neben ihren mehr oder minder gemeinſchaftlichen Eigenſchaften, auch wieder manches Beſondere auf, das der Beachtung

werth ist. Wenn der *Gefühlsinn* dem Bewusstseyn die objective Welt aufschliesst, alle Stoffe in seinen Wirkungskreis hereinzieht, sie unter fünferlei bestimmt unterschiedenen Formen der Empfindung unterwirft, nach dreierlei Dimensionen der Anschauung übergiebt; und an den meisten seiner Erscheinungen ewige Dauer in mancher Hinsicht wahrnimmt; so lässt der *Gesichtsinn* den Geist zwar nur hinschweben über die Oberfläche der Aussenwelt, aber er zeigt ihm schon in grosser Entfernung die auf dem weit ausgebreiteten Raume vorgehenden Veränderungen, lässt ihn ahnen das im Hintergrunde wirkende Spiel der Naturkräfte; und, wie sein Organ selbst schon frei und selbstthätig bei den Eindrücken wirken kann, so bleibt auch bei seinen Erscheinungen der Geist freier von dem Einflusse störender Begierden, geschickter seine Vorstellungen von hier aus zu einem festern Gewebe zusammenzuziehen, und empfänglicher für die Eingebungen einer schönen Phantasie. Und ungeachtet die drei folgenden Sinne unmittelbar keine Anschauung der Raumsverhältnisse bei den Körpern darbieten, und eben deswegen weit hinter den beiden vorgenannten zurückstehen mögen; so lässt sich dafür unter ihrer Leitung mittelbar desto tiefer eindringen in den Zusammenhang der in Raum und Zeit mit einander verbundenen Ursachen und Wirkungen. Denn der Schall, den der *Gehörsinn* vernimmt, führt, wie wir sahen, auf die mechanische Beschaf-

fenheit der Körper, und ſcheint die Bewegungen ihrer unendlich kleinen homogenen Beſtandtheile in nicht unbedeutender Entfernung auf eine beſtimmtere Art anzugeben, als das Gefühl in der Berührung zu leiſten vermag. Der *Geruchſinn* ſpürt die Veränderungen auf, die in dem Innern der Körper bei der Wechſelwirkung ihrer heterogenen Stoffe vorgehen und ſich ihm in einer für andere Sinne noch unerreichbaren Ferne offenbaren. Der *Geſchmackſinn* löſt endlich die, mit ihm in Berührung kommenden Stoffe in ihre bald nähern bald entferntern Beſtandtheile auf, und ſcheint unendlich kleine Formen noch in der Empfindung unterſcheiden zu können, die weder das Meſſer dem Gefühl, noch das Mikroſkop dem Auge zur Anſchauung geben.

III.

Neuere Versuche mit trocknen electrischen Säulen.

1) *Aus einem Briefe des Professors Zamboni in Verona, an den Prof. Pictet in Genf* *).

Verona d. 15. Jan. 1815.

Nach mehr als zwei Jahren, die ich mich anhaltend mit Versuchen beschäftigt habe, über die beste Art, die electromotorischen Säulen zu bauen und ihre electrische Kraft immer rege zu erhalten, bin ich bei folgenden beiden Methoden, als den besten geblieben **). Entweder bestreiche ich das auf das Metall geleimte Papier mit Baumöhl, wische dieses mit einem linnenen Lappen sorgfältig ab, und siebe dann gepulvertes schwarzes Manganoxyd darauf. Oder ich nässe die Metallseite des Silberpapiers mit einer gesättigten Auflösung salzsauren Zinks, und wenn diese dem Anscheine nach von selbst eingetrocknet ist, siebe ich darauf das gepulverte Manganoxyd. Bei diesem letztern Verfahren

*) Ausgezogen aus der *Bibl. britann.* von Gilbert.

**) Bekanntlich errichtet Herr Zamboni seine trockne Säule, (der er den Namen *Electromotor perpetuus* giebt,) aus Scheiben unächten Silberpapiers, welche er an einer Seite mit gepulvertem schwarzem Braunsteinoxyde überzieht; vergl. *Annal.* J. 1815. St. 1, od. B. 49. S. 41 f. *Gilb.*

theilen die Säulen die ihnen eigne Electricität weit schneller mit. Da ich aber bei meinem Apparate weit mehr die Beständigkeit als die Schnelligkeit des Wirkens bezwecke, so kann allein die Zeit entscheiden, welcher der beiden Verfahrungsarten der Vorzug gebührt.

Was die Erhaltung der Kraft betrifft, so habe ich in dieser Rücksicht viele Versuche und Veränderungen mit der Säule gemacht. Ich habe sie in isolirenden Mastix wie vergraben; habe sie in Glassäulen gesetzt, und diese mit gepulvertem Mastix oder mit Schwefel ausgefüllt; begnüge mich aber jetzt, meinen letzten Versuchen zu Folge, sie in Glasröhren, die innerlich und äusserlich mit Firniss überzogen sind, einzuschliessen, ohne zwischen Säule und Röhre noch einen andern isolirenden Körper zu bringen, jedoch so, dass sie die innere Fläche der Säulen nirgends berühren. Denn ich glaube gefunden zu haben, dass die Electricität, welche die Säule liefert, sich an der Oberfläche der isolirenden festen Körper, welche sie berührt, anhäufe, indem sie mit ihr ungefähr in dem Zustande, wie an der Oberfläche des Electrophors adhärirt, und dass dadurch endlich ein Widerstand gegen die Bewegung der electrischen Flüssigkeit entstehn könne, welcher die Kraft der Säule schwacht. Ich verschliesse die Glasröhre an ihrem untern Ende hermetisch und bringe dahin isolirenden Mastix; die electrische Flüssigkeit kann sich daher an diesem Ende nicht anhäufen, deren Pol ich mit der Erde

oder mit dem entgegengesetzten Pole der andern Säule leitend verbinde. Ich verschließe auch das obere Ende der Glassäule hermetisch, an welchem sich der thätige Pol der Säule befindet. Die in der Röhre eingeschlossne Luft wird zwar, glaube ich, electrisch, da sie aber von der äußeren Luft völlig abgesondert ist, so bringt sie nicht denselben Nachtheil als die festen isolirenden Körper hervor. Ich halte es daher für besser, das obere Ende der Röhre mit einer Art von Pfropf oder Stöpsel zu verschließen, der die freie Verbindung der innern mit der äußern Luft verhindert. Ich wünsche, daß die Physiker diese Verbesserungen prüfen mögen.

Die von mir erfundene Säule dient nicht blos eine freischwebende Nadel in unausgesetztem Schwingen zu erhalten, sondern läßt sich auch zu vielen andern electrischen Versuchen brauchen. Electrometer lassen sich mit ihr sehr bequem positiv oder negativ laden, und sie ist sehr geschickt, electrische Körper auf positive und negative Electricität zu prüfen. Verbindet man sie mit Coulomb's electrischer Wage, so erhalten die so feinen electrometrischen Versuche mit derselben mehr Präcision, durch die Gewißheit, welche man mittelst ihrer hat, bei vergleichenden Versuchen immer einerlei electrische Ladung zu erhalten.

Es lassen sich Leydner Flaschen und große Batterieen mittelst dieser Säule so electrisiren, daß man aus ihnen Funken und starke Schläge ziehn kann. Tausend Scheiben, welche auf die zweite

von mir angegebne Art zubereitet sind, laden in sehr kurzer Zeit Flaschen von 4 bis 5 Quadratfuſs Belegung so stark, daſs man beim Entladen den Schlag in den Armen und in der Brust fühlt.

Da man Verstärkungs-Flaschen von bedeutend groſser Oberfläche haben muſs, um diese Wirkung zu erhalten, so habe ich mit gutem Erfolg versucht, auf folgende Art eine magische Tafel zu machen, welche in einem geringen Umfang einige Quadratfuſs belegter Oberfläche in sich schlieſst. Der isolirende Körper derselben ist Papier, welches in starker Wärme ausgetrocknet und unmittelbar darauf an beiden Flächen mit mehreren Lagen eines isolirenden und geschmeidigen Firnisses überzogen ist. Von einem langen Streifen solchen gefirniſsten Papiers wird blos die eine Hälfte mit gewöhnlichem Goldpapier an beiden Seiten belegt, so daſs, wie bei den magischen Tafeln, ein hinlänglich breiter unbelegter Rand bleibt. Man denke sich diesen Streifen senkrecht hängend, mit der belegten Hälfte nach unten; denke sich ferner am oberen Rande des Beleges einen Metallstab horizontal befestigt, dessen eines Ende nicht über das Belege hinaus geht, dessen anderes Ende aber 2 Zoll weit über den gefirniſsten Papier-Streifen herausragt; und denke sich endlich, es werde um diesen Stab die obere nicht belegte Hälfte des Streifen herumgeschlagen, so daſs sie neben der untern hänge, und man rolle dann beide Hälften zugleich so dicht als möglich auf den Stab auf, ungefähr so, wie der

Weber die Leinwand auf den Weberbaum wickelt. Schiebt man dann die Rolle in eine Metallröhre, ſo kömmt mit dieſer das hintere Belege in Berührung; das vordere Belege berührt der Metallſtab, welcher die Stelle des inneren Drathes der Leydner Flaſche verſieht; die nicht belegte Hälfte des Streifen hält beide Belege auseinander. Auf dieſe Art nimmt die belegte Fläche zwar nur einen kleinen Raum ein, kann aber doch eine bedeutende Gröſse haben.

Sollte es endlich noch Jemanden geben, der gegen die Einerleiheit der electriſchen Flüſſigkeit und des ſogenannten Galvaniſchen oder Volta'ſchen Fluidum Zweifel hätte, ſo würde meine Säule durch folgenden eben ſo einfachen als evidenten Verſuch ihm volle Ueberzeugung verſchaffen können. Ich verbinde das poſitive Ende der Säule mit dem Hauptleiter einer Electriſirmaſchine, berühre das negative Ende mit der Hand, und laſſe die Maſchine drehen. Nach zwei oder drei Umdrehungen der Scheibe findet ſich dann die Kraft der Säule an beiden Polen ſehr verſtärkt. Daſſelbe iſt der Fall, wenn ich während des Drehens der Scheibe den poſitiven Pol berühre und den negativen Pol mit dem negativen Leiter verbunden habe. Verkehre ich dagegen die Verbindung, und berühre mit dem poſitiven Pol der Säule den negativen Leiter, während ich den negativen Pol [illegible] der Hand faſſe, oder umgekehrt, ſo rei[illegible] zwei oder drei Umdrehungen der Scheibe [illegible]

hin, die Wirksamkeit der Säule zu zerstören, und sie kömmt erst wieder nach einiger Zeit zu ihrem ersten Zustande zurück.

---

2) *Vorläufige Nachricht von großen zu Stuttgard ausgeführten trocknen Säulen, und von einer sogenannten electrischen Uhr* *).

Durch den Hofmechanikus Eberbach zu Stuttgard ist vor Kurzem, auf Kosten Sr. Majestät des Königs von Würtemberg und nach Anleitung des Leibarztes Dr. von Jäger, eine sogenannte trockne oder Zamboni'sche electrische Säule von ungewöhnlicher Größe verfertigt worden. Sie besteht aus 4 Säulen, die auf Glasfüßen ruhen, und jede über 3000 Scheiben enthält, welche aus Gold- und Silber-Papier zusammengeleimt sind, und deren obere Fläche 3¼ Quadratzoll beträgt. Durch leitende Dräthe sind diese vier Säulen zu *Einer* Säule verbunden, in deren Mitte indeß eine Ableitung nach dem Boden angebracht ist, so daß sie sich, so lange diese besteht, als zwei, jede an einem ihrer Pole ableitend berührte Säulen verhalten. Mit jedem der freien, entgegengesetzt-electrischen Enden dieser beiden Säulen ist eine Metall-Glocke, welche auf einem lackirten Glasstabe aufsitzt, und mit ihr ein Strohhalm-Electrometer leitend verbunden,

*) Ausgezogen aus einer im September zu Stuttgard geschriebenen Nachricht, welche man in dem Morgenblatt 23. Sept. 1815 findet, von Gilbert.

und diese beiden Glocken können auf einem mit einer Eintheilung versehenen Gestelle einander genähert oder von einander entfernt werden. Zwischen ihnen schwingt das über 10 Zoll lange und beträchtlich schwere Pendel in Bogen von 6 bis 10 Zollen hin und her, und bezeichnet jede Schwingung durch einen Glockenschlag und durch einen in der Dunkelheit sehr auffallenden *Funken*. Die electrische Flüssigkeit erzeugt sich in solcher Menge, dass beim Anschlagen der beträchtlich grossen Kugel des Pendels an eine der Glocken, das mit dieser verbundne Strohhalm-Electrometer nur um 1 bis 2 Grade zurücksinkt, und sich sogleich wieder auf seinen vorigen Stand erhebt, wenn die Kugel nach der Berührung mit der Glocke von ihr sich wieder entfernt. Hebt man die in der Mitte angebrachte Ableitung nach dem Boden auf, und vereinigt so die vier Säulen zu einer Einzigen, so können zwischen ihren End-Polen deutliche *chemische* Wirkungen hervorgerufen werden. Diese Resultate erregen mit Recht die Erwartung noch wichtigerer, bei Versuchen, welche noch mehr in das Grosse getrieben werden.

Ein andrer vorzüglicher Künstler, der Universitäts-Mechanikus Buzengeiger in Tübingen, hat dem Könige eine mit dem electrischen Pendel verbundne Vorrichtung vorgelegt, welche eine mit Secunden-, Minuten- und Stunden-Zeigern versehene *Uhr* bildet. Das kreisrunde, 1 Zoll tiefe Uhrgehäuse ruht, völlig isolirt, auf einer massiven Glas-

stange, und aus diesem Gehäuse hängt das electrische Pendel frei herab. Das untere, mit einer hohlen silbernen Kugel versehene Ende desselben schwingt zwischen zwei Metall-Glocken hin und her, welche von lackirten Glasröhren getragen werden, die auf dem Fussgestelle stehn. Die Säulen liegen in dem Kasten des Fussgestells verborgen, und die Dräthe, welche ihre Pole mit den Glocken verbinden, gehn durch jene Glasröhren. Die Axe des Pendels befindet sich in dem Uhrgehäuse, und über und unter ihr trägt die Pendelstange einen beweglichen Hebel. Die Enden dieser beiden Hebel greifen bei den Schwingungen des Pendels schiebend in die Zähne eines Steigrädchens ein, welches dann das übrige sehr einfache Räderwerk bewegt.

Zwar ist von dem Professor Ramis in München in der dortigen Akademie der Wissenschaften schon einige Monate früher eine sogenannte *electrische Pendeluhr* vorgezeigt worden; er hielt aber ihren Bau geheim, und die Idee der blossen Möglichkeit einer solchen Uhr muss sich jedem aufdringen, der das schwingende Zamboni'sche Pendel sieht; auch ist Zamboni selbst auf sie schon weit früher gekommen. — Der Vorschlag eines Münchner Blatts (Oeffentlicher Anzeiger für Kunst- und Gewerb-Fleiss), solchen electrischen Pendeluhren den Namen *Ramis-Uhren* zu geben, um Bayern dadurch das Vorrecht der ersten Erfindung gegen das Ausland zu sichern, kann daher nicht auf die Uhr des Herrn Buzengeiger ausgedehnt werden.

Auch glaubt der bescheidene Künstler nichts weniger, als dass sein Werk in Rücksicht der Genauigkeit der Zeitbestimmung einer guten Pendel-Uhr an die Seite gesetzt, oder gar als astronomische Uhr gebraucht werden könne. Denn bis jetzt ist es wohl noch nirgends gelungen, den Einfluss aufzuheben, welchen Abänderungen in der Temperatur und in dem Leitungs-Vermögen der Luft auf die Geschwindigkeit der Ladung der Säulen, und damit auf die Bewegung des Pendels äussern.

---

3) *Verbessertes Behrens'sches Electrometer, nach Hrn. Prof. von Bohnenberger in Tübingen.*

Das von Herrn Prediger Behrens in diesen Annalen als ein electrisches *Perpetuum mobile* beschriebene Electrometer, welches die Art der Electricität anzeigt, und an das ich, weil es mit zwei trocknen Säulen versehn war, die Leser in dem Januarhefte dieses Jahrgangs S. 39 wieder erinnert hatte, ist zu Tübingen von dem Universitäts-Mechanikus Buzengeiger mit einigen Abänderungen ausgeführt worden, wodurch es noch einfacher und weniger wandelbar wird. Folgendes entlehne ich aus der Beschreibung, welche Hr. Prof. von Bohnenberger in dem neusten Hefte der schätzbaren *Tübinger Blätter für Naturwissenschaften und Arzneikunde* von v. Authenrieth und v. Bohnenberger Bd. 1. S. 380 von diesem sehr empfindlichen Instrumente giebt.

Das Electrometer ist in einem 5¾ par. Zoll hohen und 2¼ p. Z. weiten cylindrischen Glase enthalten, welches mit einem messingnen Deckel versehn ist. Zwei trockne electrische Säulen, die jede aus 400 Scheibchen zusammengeleimten Gold- und Silber-Papiers von 3 Linien Durchmesser besteht, und sich in einer gefirnissten Glassäule befindet, sind die eine mit ihrem positiven, die andre mit ihrem negativen Pole an dem Deckel angeschraubt, so dass sie, wenn der Deckel aufgesetzt ist, vertikal herunter hängen; und auf dem Deckel ist die Verschiedenheit der beiden anliegenden Pole durch + und — angezeigt. Unter jeder Säule befindet sich eine etwas vorstehende, abgerundete messingne Fassung, welche noch ¼ Zoll von dem Boden und einige Linien von dem Rande des Glases absteht, und mit der das untere Ende der Säule in leitender Gemeinschaft steht. Die Axen der beiden Säulen sind 1″ 7‴ von einander entfernt, und können einander noch näher gebracht werden.

Der electrometrische Körper ist ein 2¼ Zoll langes und 3 Lin. breites Goldblättchen, welches genau in der Mitte zwischen beiden Säulen und mit ihren Axen parallel, an dem untern Ende eines Drathes hängt, der sich in einer innen und aussen gefirnissten Glasröhre befindet, welche durch den Mittelpunct des Deckels geht. Der Drath geht durch einen Korkstöpsel, der die Röhre oben verschliesst, und berührt sie, besserer Isolirung halber, nirgends.

Er endigt sich oben mit einer Kugel, auf welche sich eine Condensator-Platte aufschrauben lässt.

Dass bei dieser Einrichtung die Säulen nicht, wie in Behrens Electrometer, ausserhalb, sondern innerhalb des Glases angebracht sind, sichert ihre Lage besser, und schützt sie gegen Feuchtigkeit, Staub u. dgl., so dass sie beständig ungefähr gleich stark electrisch bleiben.

Will man dieses Electrometer brauchen, so verbindet man den metallnen Deckel durch einen Drath mit der Erde, und berührt den Knopf des Drathes mit einem guten Leiter (welches die trockne Hand nicht ist), um sicher zu seyn, dass er keine freie Electricität behalte. Da die metallnen Fassungen, zwischen denen das Goldblättchen genau in der Mitte hängt, in gleichem Grade, die eine positiv, die andere negativ electrisch sind, so ziehn sie das Goldblättchen mit gleicher Kraft an, bis diesem durch den Drath, an welchem es hängt, Electricität zugeführt wird. Sogleich nähert es sich der Fassung, welche in dem entgegengesetzt electrischen Zustande ist, indem es von ihr angezogen, von der andern abgestossen wird, kömmt mit ihr in Berührung, wird dann von ihr abgestossen, schlägt an die andre Fassung an, und geht so lange zwischen beide hin und her, bis es sich an einer der beiden Säulen anhängt, von der es durch ableitende Berührung des Drathes und eine kleine Erschütterung leicht wieder loszu-

mächen ist. Die Art der zu untersuchenden Electricität zeigt das Zeichen derjenigen Säule auf dem Deckel, deren unterem Ende sich das Goldblättchen *zuerst* nähert; oder deren unteres Ende bei stärkerer Electricität *zuerst* berührt wird.

Sollen mittelst dieses Electrometers *starke* Electricitäten untersucht werden, so nähert man den electrisirten Körper langsam der Kugel des Drathes, bis man deutlich bemerkt, daſs das Goldblättchen sich einer der beiden Säulen nähert; das geschieht z. B. bei einer geriebnen Siegellackstange schon in 3 Fuſs Abstand nach der Säule zu, welche oben mit — bezeichnet ist. Hat man es mit *schwachen* Electricitäten zu thun, so muſs man den electrisirten Körper viel näher, ja vielleicht in Berührung mit der Kugel bringen, ehe das Goldblättchen sich bewegt. In dem letztern Fall ist die Electricität so schwach, daſs das gewöhnliche Bennet'sche Electrometer sie nicht mehr anzeigt. Bei *noch schwächeren* Graden schraubt man die Condensator-Platte auf die Kugel, und es ist am zweckmäſsigsten, sie so zu brauchen, daſs sie die Stelle des Deckels des gewöhnlichen Condensators, und eine zweite mit einer gläsernen Handhabe versehene Platte die Stelle der Basis vertritt. Beide sind an den Flächen, mit welchen sie auf einander gelegt werden, mit einer dünnen Schicht Bernstein-Firniſs überzogen. Nachdem man die untere Fläche der aufge-

geschraubten Platte oder des Draths des Electrometers ableitend berührt hat, setzt man die zweite Platte auf, und bringt, während man diese obere Platte ableitend berührt, mit der untern oder ihrem Drathe den Körper in Berührung, dessen Electricität man untersuchen will, und nimmt, nachdem man beide Verbindungen wieder aufgehoben hat, die obere Platte mittelst ihrer gläsernen Handhabe weg, wobei man genau darauf achten muss, welcher der beiden Säulen das Goldblättchen sich zuerst nähert. Das Zeichen dieser Säule giebt dann die Art der Electricität an. Drückt man z. B. ein kleines Zinkscheibchen von ungefähr ¼ Zoll Durchmesser *) an die untere Fläche der untern Platte mit dem Finger an, während man die obere Fläche der oberen Platte ableitend berührt, so nähert sich beim Abheben der oberen Platte das Goldblättchen deutlich der mit — bezeichneten Säule.

Bringt man den electrisirten Körper mit der oberen Platte in Berührung, welches in vielen Fällen bequemer ist, während man die untere Platte ableitend berührt, so ist die Electricität desselben die entgegengesetzte der des Electrometers, und also auch der, welche das vorige Verfahren zeigt. In manchen Fällen muss man sich eines Draths mit isolirendem Handgriffe zur Verbindung des electrisirten Körpers mit der Condensator-Platte bedienen.

*) Oder ein Stückchen gewöhnliches Silberpapier mit der versilberten [oder vielmehr mit Zink überzognen] Seite. *G.*

Hr. Universitäts-Mechanikus Buzengeiger verfertigt dieses Electrometer sehr gut, ohne Condensator für 7, mit Condensator für 9 Gulden.

---

4) *Auszug aus einem Schreiben des Hrn. Leibarztes Dr. von Jäger an den Prof. Gilbert.*

Stuttgard d. 29. Sept. 1815.

Sie erhalten hierbei das Versprochene *) .... Ich stiess bald auf die Schwierigkeit, die Instrumente, womit wir das Daseyn und die Stärke der freien Electricität zu prüfen pflegen, nicht mehr so wirken zu sehn, wie es nach der allgemein angenommenen Theorie hätte seyn sollen. Ich musste daher die Wirkungs-Weise dieser Instrumente selbst und die Voraussetzungen, unter welchen wir ihren Aussagen eine bestimmte Deutung geben, einer weiteren Prüfung unterwerfen. Freuen würde es mich, wenn hierdurch meine Arbeit einige Brauchbarkeit für die Electricitäts-Lehre überhaupt, und insbesondere für die Electrometrie, erhalten haben sollte. .... Ich für mich habe die Ueberzeugung gewonnen, dass die Volta'sche Theorie der Säule nicht fortbestehn kann ....; dass Professor von Bohnenberger, mit dem ich viel über diese Sache gesprochen habe, im Ganzen mir beizupflichten scheint, ist mir sehr erfreulich. Ich hoffe, wir

*) Der Leser wird den interessanten Aufsatz in dem nächsten Hefte finden. G.

werden von ihm auch noch über die Säulen wichtige Aufschlüsse erhalten. .... Hrn. Dr. Schübler, jetzt in Hofwyl, kenne ich als einen genauen und sehr gewissenhaften Experimentator.

Ueber die blossen Erscheinungen, welche die trocknen Säulen zeigen, (über ihre Polar-Anziehungen, über die Bewegungen eines zwischen den entgegengesetzten Polen zweier solcher Säulen schwingenden Pendels, über die Funken dieser Säulen, über die Stärke und die Menge der Electricität, welche sie entwickeln, über den Einfluss, den auf beide die Temperatur und das Leitungs-Vermögen der Luft äussern, u. d. m.), hätte ich vielleicht Manches, die Neugierde mehr Befriedigendes sagen können, da ich Gelegenheit gehabt habe, mit sehr grossen Säulen zu operiren. Ich setzte aber voraus, diese Erscheinungen würden von andern früher und vollständiger untersucht werden, als meine Geschäfte mir das zu thun erlaubten. Auch hielt ich diese Erscheinung (allein die Geschwindigkeit der Ladung ausgenommen) bei der völligen Identität der electrischen Wirkungen trockner Säulen mit denen nasser Säulen, für weniger wichtig, als die Untersuchungen über die Theorie. Ich wundre mich indessen, auch über diese Erscheinungen und die zunächst liegenden Gesetze derselben, bis jetzt meist nur dürftige Versuche zu lesen. Für die Wahrheit der Angaben in dem Morgenblatte, (unter No. 2 in gegenw. Aufsatze), kann ich mich verbürgen. Selbst mit den *chemischen*

Wirkungen zwischen den entgegengesetzten Polen grösser trockner Säulen aus Gold- und falschem Silber-Papier, von beträchtlicher Fläche der Scheiben, hat es seine Richtigkeit; nur bin ich noch nicht ganz gewiss, ob diese Wirkungen hier blos so entstehn, wie sie jede andere grosse Electrisir-Maschine, (denn etwas mehreres sind die trocknen Säulen nicht,) unter gewissen Bedingungen auch hervorbringt, oder ob doch etwas Feuchtigkeit mit im Spiele ist. Diese Untersuchung hoffe ich noch weiter fortsetzen zu können, und dann will ich Ihnen darüber Bericht erstatten.

In dem September-Stücke Ihrer Annalen hat mir der Aufsatz von Berzelius einen besondern Genuss gewährt; möchte es doch der Wissenschaft nie an Männern fehlen, welche, wenn das Fortschreiten in ein Forttaumeln überzugehn droht, zu rechter Zeit *Halt!* rufen. . . . .

IV.

Begriff und Construction des Doppel-Electrophors aus Harz und Glas,

von

Dr. Joseph Weber,

Profess. u. Dir. des Kön. Lyc. zu Dillingen u. ord. ausw. Mitgl. d. Akad. d. Wiss. zu München.

1.

Eine Fläche, welche durch eine *einzige Behandlung* electrisirt, auf einer Seite +E und auf der andern —E zeigt, und auf *beiden Seiten* die *electrophorischen Erscheinungen* darstellt, nenne ich einen *Doppel-Electrophor.* Es ist demnach hier eine ganz andere Vorrichtung gemeint, als die ist, welche Lichtenberg einen *doppelten Electrophor* genannt hat.

2.

Auszeichnungsweise sind *Harzkuchen* und *Glasflächen* zu Doppel-Electrophoren geeignet: ich unterscheide daher einen *Doppel-Electrophor aus Harz* und einen *Doppel-Electrophor aus Glas.*

3.

Die *Vorrichtung des Doppel-Electrophors aus Harz* ist folgende: Man läßt aus Sturzblech einen Reifen (Ring) machen, der im Durchmesser 14 Zoll

hält, einen halben Zoll hoch, und auf beiden Seiten ein paar Linien weit einwärts geklopft ist, setzt ihn auf einen glatten Schieferstein, den man vorher mit einem feinen Papier belegt hat, drückt ihn durch aufgelegtes Gewicht genau an die Steinfläche, und gieſst zerlassenes, mit weiſsem Harz und venetianischem Terpentin gemischtes Colophonium in die runde Form, daſs sie genau voll wird. Nachdem das Harz erstarrt ist, nimmt man den Harzkuchen, der nun durch den Reifen gehalten wird, vom Steine weg, löst das Papier ab, und giebt dem Harz, das den Stein berührt hat, durch Annäherung eines rothglühenden Eisens einen Schmelz. Dieser *Harzkuchen ohne Schüssel* ist nun ein *Doppel-Electrophor*, den ich den *Doppel-Electrophor aus Harz* nenne.

Wird nämlich eine Fläche des Harzkuchens mit Katzenfell gerieben, mithin —E electrisirt, so giebt die Kehrseite +E; oder: setzt man den Electrophor-Deckel, der auf dem Harze aufliegt, mit dem Conductor einer Glasmaschine in Verbindung, und theilt der obern Harzfläche +E mit; so zeigt die untere Seite nach umgewandtem Electrophor —E, und die electrophorischen Phänomene kommen auf beiden Seiten zum Vorschein.

Bei *sehr starker Electrisirung* der einen Seite, entweder durch Reibung oder Mittheilung, zeigt sich *dieselbe Electricität auf beiden Seiten;* allein diese ist nur ein Erfolg des *Ueberladens*, des *Vorherrschens* der erregten Electricität; wird diese

vorherrschende Electricität auf der Kehrseite durch Streichen mit der Hand geschwächt, so tritt sogleich *der vorhin unterdrückte Gegensatz* hervor.

Die *erste* Erwähnung vom *Doppel-Electrophor aus Harz* geschah in meiner Abhandlung „*Theorie der Electricität*, Landshut 1808. 8." No. 59 bis No. 64.

4.

Der Doppel-Electrophor aus Glas ist eine Glasscheibe von beträchtlichem Umfange, die auf einer Fläche liegend electrisirt wird.

Reibt man das Glas, das z. B. auf einem Tische aufliegt, mit Amalgama; so erhält die geriebene Glasfläche die Electricität +E, obwohl, wie bekannt, nur schwach; aber nun umgewandt zeigt das Glas die Electricität – E, gleichfalls schwach; dennoch giebt der Electrophor-Deckel auf beiden Seiten Fünkchen.

Electrisirt man aber das Glas durch *Mittheilung*, so wird die *Glasscheibe ein Electrophor von höchster Wirkung*, und zwar *ein Doppel-Electrophor*; denn ohne eine weitere Behandlung kommen die *electrophorischen Phänomene* auf *beiden Seiten* mit *gleicher Lebhaftigkeit* zum Vorschein, auf einer = +E, auf der andern = –E.

Mein *Doppel-Electrophor* zeigt sich in nachstehender *zweckmässiger* und *eleganter Form*. Ein zirkelrunder, sauber gearbeiteter Tisch von 2 Schuh

6 Zoll im Durchschnitt, ist oben an seiner Fläche mit Stanniol belegt; auf diesem Belege liegt die Glasscheibe, die im Durchmesser 2 Schuh 4 Zoll hält, und ½ Linie dick ist; auf der Glasfläche befindet sich der gewöhnliche Electrophor-Deckel.

5.

Die *Electrisirung des Doppel-Electrophors aus Glas durch Mittheilung* geschieht so. Man bringt den Electrophor-Deckel, der auf der Glasscheibe aufsitzt, durch einen Drath mit dem Conductor einer wirksamen Electrisirmaschine in Verbindung. Nach etlichen Umdrehungen der Glaswalze wird der Electrophordeckel durch wiederholte Berührung entladen. Man setzt die Electrisirmaschine aufs Neue in Bewegung, und entladet den Deckel wie vorhin; und so wird einige Male fortgefahren. Nun hebt man die Gemeinschaft des Electrophordeckels mit dem Conductor auf, und behandelt die Glasscheibe als Electrophor, jetzt auf der obern, dann auf der untern Seite. Beiderseits zeigen sich die *electrophorischen* Erscheinungen in einer *Stärke* und mit einer *Dauer*, die wenigstens der Stärke und Dauer der Wirkungen eines gewöhnlichen Harz-Electrophors von demselben Umfange gleichkommen.

Zur Zeit, da der Doppel-Electrophor aus Glas *in voller Wirkung* ist, zeichnen sich *die Funken*, welche der Electrophor-Deckel schlägt, auffallend aus. Die auf der Fläche +E erhaltenen

Funken ſind meiſtens cylindriſch und ſonnenhelle, die auf der Fläche — E erhaltenen Funken gehen meiſtens zickzack, ſind farbig, und manchmal 3 Zoll lang. Mitunter verbreitet ſich der bekannte *electriſche Geruch* und erfüllt das Zimmer.

Wird der Electrophor-Deckel, der auf der Glasſcheibe liegt, mit dem *iſolirten Reibzeuge* der Electriſirmaſchine in Verbindung gebracht, ſo zeigt ſich der Doppel-Electrophor gleich wirkſam, nur iſt die Ordnung der electriſchen Zuſtände verkehrt.

Die Doppel-Electrophore thun ihre Wirkung in den *Sommermonaten*, wie zur *Winterszeit im geheizten Zimmer*, nur viel ſchwächer.

Eine Beſchreibung der ſchönſten und inſtructivſten Verſuche mit den Doppel-Electrophoren und die Theorie derſelben habe ich gegeben in einer Abhandlung: „*Der Doppel-Electrophor aus Harz und Glas, ſeine Erſcheinungen und Geſetze.* 1815.“

V.

Einige Verbesserungen der Methoden, den Stahl zu härten.

1. *Von Lydiatt, Prof. d. Metall. u. mech. Künste.*

London 5. Dec. 1812.

— — Wenn man auf die gewöhnliche Weise den Stahl rothglühend in kaltes Wasser taucht, so wird er zwar sehr hart, verändert aber seine Gestalt oft so merklich, daſs er dadurch unbrauchbar wird. Das bloſse Erhitzen hat hieran keinen Antheil, denn den pyrometrischen Versuchen zu Folge kömmt glühender Stahl, wenn man ihn langsam erkalten läſst, genau zu seiner anfänglichen Gestalt und Ausdehnung zurück. Diese nachtheilige Wirkung muſs folglich daher rühren, daſs die kleinsten Theilchen des Stahls in Unordnung kommen, wenn der Wärmestoff durch Eintauchen des glühenden Stücks in kaltes Wasser plötzlich ausgetrieben wird. Ich hoffte die Theilchen in einer vortheilhafteren Lage zu erhalten, wenn ich das Härten Stufenweise verrichtete, und den Stahl erst wenig erhitzt ablöschte, dann stärker erhitzt in Wasser brächte, und so mehrmals unter wachsender Wärme, bis zu der gewöhnlichen Hitze.

Dieses Verfahren gelang sehr gut. Ich hatte drei 6 Zoll lange und ½ Zoll dicke Stahlstäbe recht genau abdrehen und gerade richten lassen. Den ersten här-

tete ich auf die gewöhnliche Art; es fand sich, dass er sich in einen Bogen gekrümmt hatte, dessen Pfeil 0,05 Zoll betrug. Den zweiten Stab tauchte ich in das Wasser, als er nur so heiss war, dass er beim Eintauchen ein schwaches Zischen hören liess; darauf erhitzte ich ihn etwas stärker und härtete ihn zum zweiten Mal, und so fuhr ich 4 bis 5 Mal fort, und brachte ihn erst zuletzt bis zu der gewöhnlichen Hitze des Härtens, das ist so weit, dass er am Tage blutroth scheint, und tauchte ihn so in das kalte Wasser. Ich fand zu meiner Befriedigung, dass dieser Stab vollkommen gerade geblieben war. — Der dritte Stab wurde auf dieselbe Art behandelt, und gab ein eben so genügendes Resultat. — Seitdem habe ich dieses Verfahren bei mehreren Gelegenheiten wiederholt und abgeändert, und jedes Mal glückte es über alles Erwarten.

Kleine Gegenstände, auf welche sich dieses Verfahren nicht wohl anwenden lässt, lösche ich in Wasser ab, das fast bis zum Kochen erhitzt ist. Ich finde, dass sie eben so hart werden und ihre Gestalt nicht so als in kaltem Wasser ändern.

2.

Eine Bemerkung von Will. Nicholson.

Es ist bekannt, dass der Stahl beim Härten eine desto grössere Härte erlangt und sich um so weniger zusammenzieht, je höher die Temperatur ist, bis zu welcher man ihn vor dem Eintauchen in das kalte Wasser erhoben hat. Aus diesem Grunde, und um dem Stahl durchaus einerlei Wärme zu geben, habe ich schon vor vielen Jahren empfohlen, ihn in einem Bade glühenden Bleis zu erhitzen *); ein Verfahren,

*) Diese *Annalen* B. 17. S. 453. G.

welches mir jedes Mal gelingt, und besonders auf grosse und platte Stücke, und auf solche, welche dicke und dünne Theile haben, anwendbar ist. Vielleicht liesse sich dieses Verfahren vortheilhaft mit dem vorhergehenden vereinigen.

3.

Verfahren des Herrn C., in Vaux unweit Genf.

Herr C. wollte vor einiger Zeit graues Gusseisen durchbohren, welches von einer englischen Feile nicht angegriffen wurde. Gewöhnlich gehärtete Bohrer waren dazu unbrauchbar; er erhitzte sie also in Blei, und löschte sie dann in kaltem Wasser, in Wachs oder in Quecksilber ab, doch immer umsonst. Endlich kam er auf die Idee, sie in ein Stück Flintenlauf zu thun, dieses mit dem leichtflüssigen Rose'schen oder Darcet'schen Metallgemisch anzufüllen, und mit einem eisernen Stöpsel zu verschliessen, den Lauf bis zum Weissglühen zu erhitzen, und ihn dann schnell in kaltem Wasser abzulöschen. Darauf öffnete er ihn, und setzte ihn in kochendes Wasser. In diesem kam das Metallgemisch bald zum Schmelzen, und die Bohrer stiegen an die Oberfläche desselben herauf. Mit zwei der so gehärteten Bohrer hat er 60 Löcher in dem Umfange eines Kreises von 2¼ Zoll Durchm. gebohrt, den er aus einer ¼ Zoll dicken Ofenplatte herausarbeiten wollte.

Hr. C. hat auf diese Weise grössere Bohrer und Instrumente zum Schneiden feiner Schrauben gehärtet, die nichts zu wünschen übrig lassen. Der Verf. des Berichts versichert selbst Schraubenbohrer und andre Instrumente auf diese Art mit demselben Erfolg gehärtet zu haben; sie fanden sich genau bis zu dem Wärmegrade angelassen, in welschem das Rose'sche Metallgemisch schmelzt, und waren sehr rein, da bei diesem

Verfahren weder Luft noch Waſſer mit dem glühenden Stahle in Berührung kommen. Bei einem Verſuch, den Herr C. mit Feilen machte, blieb jedoch das Metallgemiſch an ihnen hängen.

VI.

Ueber die Urſache der Farben, mit welchen der Stahl in der Hitze anläuft,

von

Sir H. Davy, LL. D., F. R. S. *).

Sie ſagen in der neuſten Ausgabe Ihres Syſtems der Chemie B. 1, S. 224, der Stahl laufe in der Hitze mit den bekannten Farben an ſeiner Oberfläche auch unter Oehl an, und in meinen Elementen der chemiſchen Phyſik findet ſich S. 390 die Behauptung, daſs dieſe Farbenveränderungen auch Statt finden, wenn man den Stahl unter Queckſilber getaucht erhält. Wir haben beide daraus geſchloſſen, daſs dieſe Wirkung wahrſcheinlich nicht auf einer Oxydirung des Stahls beruhe.

Ein Brief, den ich von Hrn. Stoddart, von welchem wir genaue Verſuche über das Anlaufen des Stahls beſitzen **), erhielt, machte mich indeſs an der Richtigkeit unſerer Ausſagen zweifelhaft. Er überſchickte mir zwei Stücke Stahl, welche bis zu

*) Aus einem Briefe an den Dr. Thomſon, geſchrieben London d. 13. Jan. 1813. *Gilb.*

**) Siehe dieſe Annalen B. 17. S. 462 fg. *G.*

demſelben Grade erhitzt worden waren, das eine in der Luft, das andre unter der Oberfläche von reinem Queckſilber, unter welcher es ebenfalls erkaltet war. Das erſte zeigte ſich an ſeiner Oberfläche blau, das zweite ohne alle Veränderung der Farbe, und beide ſchienen denſelben Grad der Härte zu beſitzen.

Da ich nur einen einzigen Verſuch über dieſen Gegenſtand, und zwar mit gemeinem nicht gereinigten Queckſilber angeſtellt hatte, ſo war es leicht möglich, daſs mich dem Queckſilber anhängende Metalloxyde oder Salze getäuſcht hatten. Ich ſtellte daher aufs neue einige Verſuche an, und lud Hrn. Stoddart ein, bei ihnen gegenwärtig zu ſeyn.

Wir brachten ein Stück polirten Stahl in eine Retorte, pumpten die Luft aus dieſer aus, füllten ſie mit Waſſerſtoffgas, und entzogen dieſem Gas alles Sauerſtoffgas, das ihr zufällig beigemengt ſeyn konnte, dadurch, daſs wir Phosphor in demſelben ſchmelzten. Darauf erhitzten wir die Retorte allmählig. An der Oberfläche des Stahls zeigte ſich ſehr bald da, wo ſie das Glas berührte, ein ſchwaches Gelb, doch wurde dieſe Färbung nicht ſtärker als die Temperatur ſtieg, wie es in der atmoſphäriſchen Luft der Fall geweſen ſeyn würde.

Wir tauchten darauf ein Stück polirten Stahl unter recht reines Baumöhl, das wir zuvor erhitzt hatten, um es von Luft zu befreien, und erhitzten das Oehl allmählig immer ſtärker, bis es anfing zu kochen. Als wir nach dem Erkalten den Stahl

herausnahmen, zeigte sich an der Oberfläche desselben gar keine Farben-Veränderung.

Die geringe Farben-Veränderung, welche die Oberfläche des Stahls in dem Wasserstoffgas erlitten hatte, rührte wahrscheinlich von etwas Wasserdampf her, der in diesem Gas enthalten seyn mochte, oder von irgend einer Einwirkung des Phosphors. Ich habe seitdem die Richtigkeit dieser Vermuthung dargethan. Denn als ich polirten Stahl in reinem Stickgas erhitzte, dem ich zuvor durch Kalistäbchen alle Feuchtigkeit über Queckfilber entzogen hatte, zeigte sich nicht die geringste Veränderung der Farbe.

Es erhellt aus diesen Versuchen, daſs die Farben, welche sich beim Anlaufen des Stahls an der Oberfläche desselben bilden, von einer Oxydlage herrühren, die an der Oberfläche desselben entsteht und allmählig immer dicker wird *), und daſs sie mit der Veränderung in der Zusammenordnung der Theilchen, auf welcher die Verminderung der Härte des Stahls beim Anlassen beruht, in keinem wesentlichen Zusammenhange stehn, obgleich sie als Anzeigen derselben dienen können.

*) Es sey mir erlaubt daran zu erinnern, daſs ich schon in meinen *Histor. kritisch. Untersuch. üb. die festen Misch. Verh. etc.* (*Annal.* Jahrg. 1811. B. 39. S. 380) die Chemiker darauf aufmerksam zu machen gesucht hatte, daſs die verschiedenen Farben, mit denen der Stahl oder andre Metalle beim Erhitzen an der Oberfläche anlaufen, blos von der verschiedenen Dicke der entstehenden Oxydlage (nicht von Oxydirung in verschiednen Graden) herrühren, und also zu den den Optikern wohl bekannten Farben dünner Flächen gehören. *Gilb.*

VII.

PROGRAMM

der Holländischen Gesellschaft der Wissenschaften zu Harlem auf das Jahr 1815.

Die Gesellschaft der Wissenschaften hielt zum 72sten Male ihre Jahres-Sitzung, am verflossnen 20sten Mai. Nachdem der präsidirende Director Hr. Dr. J. Canter Camerling sie eröffnet hatte, stattete der Secretair der Gesellschaft den Bericht über das ab, was für sie seit der letzten Jahres-Sitzung am 21sten Mai 1814 *) eingegangen war.

PHYSIKALISCHE WISSENSCHAFTEN.

I. *Preisbewerbungen* um aufgegebne physikalische Preisfragen, deren Bewerbungszeit abgelaufen war;

1) Auf die Frage: *Aus welchem Grunde der Wachsthum der Pflanzen durch den Regen weit mehr befördert wird, als durch das Begießen mit Regen-, Fluss-, Quell- oder Teichwasser, und ob sich nicht diesen Wassern durch irgend ein Mittel die Eigenschaft des Regenwassers, die Vegetation zu befördern, mittheilen lasse?* waren zwei Beantwortungen eingegangen, eine mit der Devise: *Jupiter utilibus* etc., die andre mit der Devise: *Hoe kan het water zulke groote dingen doen.* Der erstern wurde die goldne Medaille zugesprochen. Bei dem Oeffnen des versiegelten Zettels fand sich, dass der

*) S. diese *Annalen* B. 47. S. 316. Gilb.

Verfasser derselben ist **Georg Wilhelm Munke**, Professor der Physik und Mathematik zu Marburg.

2) Auf die Frage: *Was weiss man von der Erzeugung und der Lebensweise der Fische in Flüssen und in stehenden Gewässern, besonders der Fische, die uns als Nahrungsmittel dienen? und was hat man dem zu Folge zu thun, und was zu vermeiden, um die Vermehrung der Fische zu begünstigen?* — war eine Beantwortung in holländischer Sprache eingegangen, die keinen Werth hat.

3) Die Frage: *Was ist Wahres an allen den Anzeigen der bevorstehenden Witterung oder der Witterungs-Veränderungen, welche man aus dem Fluge der Vögel, aus dem Schreien der Vögel oder andrer Thiere, und was man sonst an verschiednen Thieren in dieser Hinsicht bemerkt hat, hernehmen will? Hat die Erfahrung in diesem Lande irgend eins derselben oft genug bestätigt, dass man sich darauf verlassen kann? Was ist im Gegentheil darin zweifelhaft und durch die Erfahrung widerlegt? und in wie weit lässt sich das, was man beobachtet hat, aus dem erklären, was man von der Natur der Thiere weiss?* — hatte einen Beantworter in holländischer Sprache gefunden. Seiner Abhandlung, mit der Devise *Verum ubi* etc. wurde der Preis zuerkannt. Der Verfasser ist J. **Konijnenburg**, Professor an der Armenischen Schule zu Amsterdam.

4) Eine holländisch geschriebene Antwort mit der Devise: *Neque nix* etc. auf die Frage: *Welche Vortheile in diesem Lande Frost und Schnee dem Anbau nützlicher Pflanzen bringen? Was sich thun lässt, um ihren wohlthätigen Einfluss zu vermehren? und welche Vorsichtsmassregeln man aus Erfahrung als die besten kennt, um der Gefahr vorzubeugen,*

welche starker Frost Bäumen und Pflanzen droht? wurde für ungenügend erklärt, und die Preisfrage *wiederholt*, um bis zum 1. Januar 1817 beantwortet zu werden.

5) Auf die Preisaufgabe: *Durch Versuche zu erforschen, welche Veränderungen die atmosphärische Luft durch Kohlen erleidet, die im Anbrennen begriffen sind, und sie mit den Veränderungen zu vergleichen, welche in ihr durch glühende Kohlen hervorgebracht werden, um daraus die Ursache des plötzlichen Erstickens durch Kohlen, die im Anbrennen begriffen sind, zu bestimmen* — ist der Gesellschaft eine Abhandlung, in deutscher Sprache, mit der Devise: *Quam multa fieri* etc., zugeschickt worden. Sie erkennt den Eifer und die Verdienste des Verfassers an, und ersucht ihn, seine Abhandlung zu vervollkommnen und ihr eine schicklichere Gestalt zu geben, wozu es ihm an Zeit gemangelt zu haben scheint, und in dieser Absicht verlängert sie die Zeit der Bewerbung noch bis zum 1. Januar 1816.

6) Der Gesellschaft sind überdem zwei Abhandlungen zugeschickt worden, welche sie, durch sie bekannt gemacht zu werden, für werth hielt, nämlich: 1) Eine Beschreibung und Abbildung einer noch unbekannten *Voluta* von G. van Olivier zu Amsterdam; und 2) Eine Beschreibung und Abbildung einer sehr seltenen Schlange *Acrochordus Javanicus*, von C. Kneppelhout, Dr. Med. zu Leiden.

II. Noch werden von der Gesellschaft *aufs neue aufgegeben* die folgenden 5 Preisfragen, für welche die Bewerbungszeit abgelaufen war, um beantwortet zu werden

vor dem 1sten Januar 1817.

1) *Was weiſs man von dem Auslaufen des Saftes einiger Bäume und Sträucher im Frühjahr, wie z. B. der Weinrebe, der Pappel, der Esche, des Ahorns und anderer? was läſst ſich darüber durch ferneres Beobachten lernen? welche Folgerungen kann man daraus über die Urſache des Anſteigens des Saftes in den Bäumen und Pflanzen ableiten? und welche für die Baumzucht nützliche Belehrungen laſſen ſich aus den Fortſchritten der Wiſſenſchaft in Hinſicht dieſes Gegenſtandes ziehn?*

2) Da die Erfahrungen und Beobachtungen, die ſeit undenklichen Zeiten gemacht ſind, gelehrt haben, daſs alle Meeresarme, welche durch das Ausflieſsen von Strömen und von Seen in die Nordſee gebildet ſind, immer mehr und mehr nach Süden verſetzt werden, durch die Sandbänke, welche ſich abſetzen, und daſs an Orten, wo ſie mehr als einen Meeresarm gebildet haben, die ſüdlichen die tiefſten ſind, und die übrigen nördlicheren ihre Tiefe verlieren; ſo frägt die Geſellſchaft: *wie iſt dieſe Erſcheinung zu erklären? welches iſt die phyſikaliſche Urſache derſelben? und was hat man davon in der Zukunft zu erwarten?*

3) *Welches iſt der Urſprung des Kohlenſtoffs in den Pflanzen? Wird er durch die Vegetation ſelbſt, ganz oder theilweiſe erzeugt, wie die Verſuche des Hrn. von Crell zu beweiſen ſcheinen, und wie einige Phyſiker annehmen? — Und wenn dieſem ſo wäre, wie wird dieſe Erzeugung bewirkt? — Oder iſt dem nicht ſo, auf welche Weiſe abſorbiren die Pflanzen den Kohlenſtoff? Geſchieht die Verſchlukkung, nachdem der Kohlenſtoff mit Sauerſtoff in Verbindung getreten und in kohlenſaures Gas verwandelt iſt, oder auf welche Weiſe ſonſt?* Die Geſellſchaft wünſcht dieſe Frage durch Verſuche entſchie-

den zu sehn; theoretische Betrachtungen über diesen Gegenstand werden für keine Beantwortung angesehn werden.

4) *Woher rührt das Eisen, welches sich bei der Zerlegung einiger Pflanzen findet? Läfst es sich in jedem Fall kleinen Eisentheilen zuschreiben, welche die Pflanzen mit ihrer Nahrung eingesogen haben? Oder läfst sich evident durch Beobachtungen darthun, dafs es, wenigstens in einigen Fällen, durch die Vegetation selbst erzeugt wird? Und welches Licht verbreiten diese Beobachtungen über andre Zweige der Physik?*

5) *Welches sind die Eigenschaften und Charaktere der gewöhnlichsten fetten oder ausgeprefsten Oehle? Läfst sich durch eine genaue physikalische und chemische Kenntnifs derselben bestimmen, warum eine Art dieser Oehle sich mehr als eine andere für verschiedne Zwecke eignet, z. B. zur Nahrung, zum Erleuchten, zur Malerey u. d. m. Und läfst sich zu Folge einer solchen Untersuchung angeben, welche minder bekannte Oehlpflanzen man mit Vortheil bauen würde?*

Und die folgende Frage

auf eine unbestimmte Zeit.

6) Obschon das Begraben von Todten in Kirchen und neben bewohnten Oertern von sehr schädlichen Folgen dadurch seyn kann, dafs sich Gasarten, welche durch die Fäulniſs hervorgebracht werden, in der Atmosphäre umher verbreiten, so ist nichts desto weniger gewiſs, dafs die Gefahr durch die Zersetzung, welche ein grosser Theil dieser luftförmigen Ausflüsse gleich nach ihrer Erzeugung leidet, gar sehr vermindert wird. *Es wird daher gefragt, „durch welche Mittel es sich möge bewirken lassen, dafs alle diese*

entstehenden Gasarten in der Erde zersetzt werden, ohne in die Luft aufzusteigen, um auf diese Art für die Lebenden alle Gefahr abzuwenden, welche aus dem Begraben neben bewohnten Oertern entstehn kann?" Man verlangt insbesondere zu wissen, *auf welche Art die luftförmigen Ausflüsse der Leichen zersetzt werden, und was dazu die mehr oder weniger verschlossnen Särge und der in unserm Erdreiche enthaltene Kohlenstoff beitragen können?*

III. Für gegenwärtiges Jahr giebt die Gesellschaft 9 *neue physikalische Preisfragen* auf. Für die beiden folgenden setzt sie die Bewerbungszeit

bis zum 1sten Januar 1816.

1) *Läfst sich nicht ein Instrument erfinden, welches die Bewegung eines auf offnem Meere segelnden Schiffes in ihrer Fortdauer (la marche continuelle) mit mehr Sicherheit giebt, als die einzelnen Beobachtungen des gewöhnlichen oder des Amerikanischen Loch. Man verlangt, wenn dieses der Fall seyn sollte, eine genaue Beschreibung der Einrichtung des Instruments und einen mathematischen Beweis von seiner regelmäfsigen Wirkung und von seinem Nutzen für die Schiffahrt.* Die Gesellschaft setzt hierauf eine doppelte guldne Medaille oder 300 holländ. Gulden als Preis.

2) *Wäre es, wenn man ein solches Instrument hätte, möglich, zugleich und während des Fortschreitens des Schiffs, mittelst eines andern Instrumentes die Geschwindigkeit der Strömungen zu messen, um so die wahre Länge des durchsegelten Weges und die zurückgelegten Längen- und Breiten-Grade und das Treiben (derivation) des Schiffs zur Seite, während des Segelns zu finden?* Auch

auf diese Frage setzt die Gesellschaft die doppelte goldne Medaille.

Und für die 7 folgenden Fragen
bis zum 1sten Januar 1817.

1) *Worin besteht die Verschiedenheit der Beschaffenheit (constitution) der Atmosphäre in denen Theilen der Niederlande, deren Lage am mehrsten verschieden ist; und welchen vortheilhaften oder schädlichen Einfluss kann sie auf die verschiednen Krankheiten äussern?*

2) *Bis wie weit läſst es sich aus sichern Beobachtungen darthun, daſs die herrschenden Krankheiten in den Niederlanden seit einem gewissen Zeitraum ihre Natur verändert haben, und welches sind die physikalischen Ursachen dieser Veränderung, vorzüglich was die verschiedene Art zu leben und sich zu nähren in diesem Lande betrifft?*

3) Da Brunnen- und Quell-Wasser in unserm Lande häufig nicht gut zum Trinken sind, weil sie durch eine Schicht salzigen Torfs, *Darry* genannt, der über dem Sande liegt, hindurch gehn, so frägt man: *Welche Theile diese* Darry-*Schicht dem Brunnenwasser mittheilt, die es untrinkbar machen, und welches die leichtesten Mittel sind, es zu reinigen, und diese Brunnen mit möglichst wenigen Kosten so zu bauen, daſs, wenn man sie bis auf den Sandgrund heruntergräbt, das Wasser des* Darry *sich in ihnen nicht dem andern beimengen kann?*

4) Da die Erfahrung lehrt, daſs mehrere ausländische Pflanzen bei uns mit Erfolg in freier Luft gezogen werden können, andre dagegen, die in denselben Ländern einheimisch sind, und unter dieselben Umstände versetzt werden, sich schlechterdings nicht an unser Klima gewöhnen wollen, so frägt man: *Wel-*

ches sind die allgemeinen Regeln, nach denen sich im voraus und ohne directe Versuche bestimmen läſst, welche exotische nützliche Pflanzen mit Erfolg in unserm Lande angebaut werden können?

5) *Welche Vorsichtsregeln hat uns die Erfahrung gelehrt, bei der Vervielfältigung und Cultur der neuen Varietäten von Fruchtbäumen aus Saamen zu beobachten, um von ihnen die besten Früchte zu erhalten? Was hat man insbesondre in den Niederlanden zu beachten, um zu vermeiden, daſs die neuen Varietäten, die man erhalten hat, nicht in guten Eigenschaften abnehmen, und ganz verloren gehn?*

6) Da es für die Kenntniſs der Natur der zusammengesetzten Körper von groſser Wichtigkeit ist, daſs das Verhältniſs ihrer Bestandtheile genau bekannt sey, worüber man häufig sehr widersprechende Angaben in den chemischen Schriften findet, so frägt man: *Ob man jetzt in der Chemie mit Herrn Berzelius und andern als hinlänglich bewiesen annehmen dürfe, daſs die verschiednen Körper, welche von entgegengesetzter Natur sind, sich nur nach einfachen und wenigen Verhältnissen mit einander verbinden, und daſs alle Fälle, in welchen das Resultat der Analyse diesen Proportionen nicht entspricht, auf Irrthümern im Verfahren oder Unvollkommenheiten der Kunst beruhen? Welches sind die Hauptgründe, die sich für diese Theorie anführen lassen? Oder verbinden sich die Körper nach verschiednen und unbestimmten Verhältnissen mit einander, so daſs daraus eine eben so groſse Varietät verschiedener Substanzen entsteht?*

7) *Sollte es von Vortheil seyn, die gasförmigen und brennbaren Körper, welche sich aus den in*

diesem Lande üblichen Feuer-Materialien durch Feuer austreiben lassen, nach Art der Thermolampen in England, zur Erleuchtung zu brauchen? und welches ist in diesem Fall die mindest kostbare Construction der dazu nöthigen Apparate?

IV. In den vorhergehenden Jahren hat die Gesellschaft folgende 19 *Preisfragen aus der Physik* aufgegeben, für die das Ende der Bewerbungszeit bestimmt ist auf den

1sten Januar 1816.

1) *In wie weit ist aus den neusten Fortschritten der Physiologie der Pflanzen die Art bekannt, wie die nach der Verschiedenheit des Bodens verschiedenen Düngmittel die Vegetation der Pflanzen befördern, und was läſst sich daraus über die Wahl des Düngers, und für das Urbarmachen unbebauten und wüsten Bodens folgern?*

2) *Aus welchem chemischen Grunde giebt Kalk, der aus Kalkstein gebrannt ist, dem Mauerwerk im Ganzen mehr Festigkeit und Dauer, als aus Muscheln gebrannter Kalk, und durch welche Mittel läſst sich der Muschelkalk verbessern?*

3) *In wie weit hat die Chemie die näheren und die entfernteren Bestandtheile der Pflanzen, besonders derer, die zur Nahrung dienen, kennen gelehrt? und in wie weit läſst sich daraus durch Versuche, und aus der Physiologie des menschlichen Körpers finden, welche Pflanzen für den menschlichen Körper die zuträglichsten sind, im gesunden Zustande und in dem einiger Krankheiten?*

4) *Sollten sich in diesem Lande Salpeterpflanzungen mit Vortheil anlegen lassen, besonders an Orten, wo das Wasser mit mehreren durch Fäulniſs*

thierischer Körper entstandenen Stoffen geschwängert ist? Und welche Regeln hätte man in diesem Fall bei Anlagen dieser Art zu befolgen?

5) Da die antiseptische Eigenschaft des Kochsalzes nicht von dem salzsauren Natron allein, sondern auch von der salzsauren Magnesia, die sich darin befindet, abzuhängen scheint, so verlangt die Gesellschaft durch Versuche bestimmt zu sehn: a) *In welchem Verhältnisse die antiseptische Kraft dieser beiden Salze zu einander steht?* b) *Nach welchem Verhältnisse beide zu vermengen sind, um die Fäulniss möglichst lange abzuhalten, ohne dass die zu erhaltenden Körper dadurch einen unangenehmen Geschmack annehmen?* c) *Ob es Fälle giebt, in welchen es vortheilhafter ist, sich blos der salzsauren Magnesia zu bedienen, besonders bei Expeditionen nach wärmeren Gegenden?*

6) *Was kennen wir aus unbestreitbaren Beobachtungen von der Natur der leuchtenden Meteore, oder derer, die das Ansehn von Feuer haben, (mit Ausnahme des Blitzes,) welche sich von Zeit zu Zeit in der Atmosphäre zeigen? In wie weit lassen sie sich aus bekannten Versuchen erklären, und was ist in dem, was die Physiker in den neusten Zeiten von ihnen behauptet haben, noch unerwiesen oder zweifelhaft?*

7) *Was ist von den chemischen Erklärungen, die man von den electrischen Erscheinungen zu geben versucht hat, zu halten? Giebt es unter ihnen einige, die auf hinlängliche Versuche gegründet sind, oder sich durch neue Versuche begründen lassen? Oder sind sie alle für nicht bewiesene Hypothesen zu halten, die man ohne gültige Gründe angenommen hat?*

8) Die Delphine (*Marsouins*) werden an unserer Küste und in den Mündungen unsrer Ströme immer zahlreicher; sie geben ein vortreffliches Oehl, sind aber wegen der Schnelligkeit, mit der sie sich bewegen, sehr schwer zu erlegen. Die Gesellschaft frägt daher: *„Was weiſs man von der Naturgeschichte und besonders von der Lebensweise und der Nahrung dieser Thiere? und lassen sich daraus Verbesserungen der Art sie zu fangen ableiten?“*

9) *Welches Vorkommen haben die Lager Eisenoxyds, die sich in einigen Departements von Holland finden? Woher entstehn sie? Welchen Nachtheil bringen sie den Bäumen und den Pflanzen, die man auf einem Boden zieht, der Eisenoxyd enthält, und wie weicht man demselben aus oder verbessert ihn? Und läſst sich dieses Oxyd zu etwas anderem brauchen, als zum Eisenschmelzen?*

10) *Worin liegt der Grund des Mattwerdens (het weer) des Glases, wenn es eine Zeit lang der Luft und der Sonne ausgesetzt gewesen ist? und welches sind die sichersten Mittel, dieser Veränderung des Glases zuvor zu kommen?*

11) *Bis zu welchem Punkte ist man jetzt in der chemischen Kenntniſs der unmittelbaren Bestandtheile der Pflanzen gelangt? Giebt es unter denen, die man bis jetzt für verschieden hielt, einige, die vielmehr Modificationen desselben Bestandtheils sind? oder gehn manchmal Umwandlungen eines Bestandtheils in einen andern vor? Was hat die Erfahrung bis jetzt hierüber genugsam dargethan, was muſs man dagegen als zweifelhaft ansehn? Und welche Vortheile lassen sich aus den Fortschritten ziehn, die man in der Kennt-*

nifs der unmittelbaren Bestandtheile der Pflanzen in den letzten Jahren gemacht hat?

12) „*Welches sind die Ursachen der ansteckenden Krankheiten, die gewöhnlich in den belagerten Vestungen um sich greifen? und welche Mittel weisen unsere physikalischen und chemischen Kenntnisse als die besten nach, um ihnen vorzubeugen oder sie endigen zu machen.*" Man verlangt weder eine medicinische Geschichte dieser Krankheiten, noch eine Abhandlung über die zu befolgende Kurart, sondern eine auf Erfahrung gegründete Darstellung ihrer Ursachen, und besonders eine Nachweisung der physikalischen und chemischen Mittel, welche fähig sind, sie zu überwinden.

13) *Darf man annehmen, dafs die sauren Räucherungen, z. B. mit Salzsäure und besonders mit oxygenirter Salzsäure, deren grosser Nutzen sich schon oft bewährt hat, immer und in allen Fällen ausreichen, die Miasmen oder die in der Atmosphäre verbreiteten Krankheitsstoffe zu zerstören? oder mufs man mit einigen Aerzten annehmen, dafs es in gewissen Fällen zuträglich ist, statt der Säuren oder oxydirenden Materien, einen alkalischen, oder entoxydirenden, oder andern Körper, wie Ammoniak, schweflige Säure etc. anzuwenden? Und wenn es Fälle der Art giebt, welche Fälle sind das, und welche Körper hat man zu brauchen?*

14) „*Man verlangt eine genaue Auseinandersetzung und eine gut begründete Kritik der vornehmsten Theorieen über die verschiedenen Menschenrassen, und über ihren wahrscheinlichen Ursprung.*" Es wird der Gesellschaft angenehm seyn, wenn die Verfasser eine genaue Untersuchung hinzufügen, in wie fern diese Theorieen mit den ältesten

historischen Nachrichten sich in Uebereinstimmung bringen lassen.

15) Da man in den Meisterwerken der griechischen Bildhauer die ideale Schönheit bewundert, welche der höchsten Vollkommenheit so nahe kömmt, dass es unmöglich scheint, sie weiter zu treiben, so frägt man: 1) *Beruht die Schönheit der schönsten griechischen Statüen auf einer wahren physischen Vollkommenheit der menschlichen Gestalt, oder ist sie wenigstens in dieser eingeschlossen? 2) worin besteht im Bejahungsfalle diese Vollkommenheit? 3) welches sind die nützlichsten Vorschriften, die sich aus dieser Kenntniss für das Fortschreiten der Künste ziehn lassen?*

16) *Was wissen wir von den jährlichen Reisen der Zugfische? welches kann die Ursache ihrer Wanderzüge seyn? und lassen sich daraus nützliche Folgerungen für unsere Fischereyen herleiten?*

17) Da die Praxis des Ackerbaus bewiesen hat, dass während der ersten Zeit der Vegetation des Getreides und andrer gebauter Pflanzen, bis zur Blüthe derselben, das Erdreich kaum an Fruchtbarkeit abnimmt, indess nach der Befruchtung und während des Reifens des Saamens derselbe Erdboden bedeutend erschöpft und seiner Fruchtbarkeit beraubt wird; so frägt die Gesellschaft: *Welches ist die Ursache dieser Erscheinung? und in wie fern kann die Auflösung dieser Frage Regeln an die Hand geben, welche zur Verbesserung des Feldbaus zu befolgen sind?*

18) *„Was hat man von den verschiedenen Meinungen der Physiker über die Frage zu halten, ob in der Vegetation das Wasser in seine Bestandtheile zerlegt wird, oder nicht? Kann man mit einigen Naturforschern annehmen, dass das Wasser durch*

den Act der Vegetation in Kohlenſtoff oder in andere Grundſtoffe, als Sauerſtoff und Waſſerſtoff verwandelt werde? Und in wie weit findet die Auflöſung dieſer Fragen Anwendung auf die Theorie der Vegetation und der Ernährung der Pflanzen?"

19) Ungeachtet der Fortſchritte, welche man in den letzten Jahren in der chemiſchen Zerlegung der Pflanzen gemacht hat, kann man ſich auf die Reſultate derſelben nicht ganz verlaſſen, denn nicht ſelten weichen dieſe bei Analyſen, die auf gleiche Art und mit Sorgfalt gemacht ſind, bedeutend von einander ab. Da indeſs unſere Kenntniſs von der Natur der Pflanzen, ihrem gröſseren oder geringeren Nutzen als Nahrungsmittel, und ihren mediciniſchen Kräften, groſsentheils auf ihr beruht, ſo verſpricht die Geſellſchaft *die doppelte goldne Medaille*, 300 holl. Gulden werth, *demjenigen, der durch ältere oder neue Verſuche, (die ſich beim Wiederholen als genau bewähren,) der chemiſchen Analyſe der Pflanzen den höchſten Grad der Vollkommenheit verſchafft, und die beſte Anleitung zur chemiſchen Analyſe der vegetabiliſchen Materien einreicht, welche für jeden Fall den leichteſten Weg zeigt und die mehrſte Sicherheit giebt, ſo daſs die Proceſſe bei gleicher Sorgfalt immer gleiche Reſultate geben.* — Das Supplement, welches der Verfaſſer der mit der Deviſe *Rerum natura nusquam magis* etc. verſehenen Abhandlung über den Urſprung des Kali dem Secretair der Geſellſchaft überſchickt hat, iſt nach der jährlichen Sitzung (den 30. Mai) eingegangen. Da die Preisertheilung auf Fragen, die aufgegeben worden, nur in einer der jährlichen Sitzungen Statt finden kann, ſo ſieht ſich die Geſellſchaft auſser Stande, eher als in der Jahres-

sitzung im Mai des nächstfolgenden Jahres zu entscheiden, ob diese Abhandlung ihr Genüge leiste. Der Verfasser wird ersucht, im Fall er inzwischen interessante Versuche oder fernere Erörterungen über diesen Gegenstand sollte nachzutragen haben, sie vor dem Ende des gegenwärtigen Jahres einzuschicken.

PHILOSOPHISCHE UND MORALISCHE WISSENSCHAFTEN.

Es sind der Gesellschaft auf die Frage: *Wie sich der Unterricht nach Zeit und Ort so einrichten lasse, dass sowohl der geübtere Verstand, als der weniger unterrichtete, die Evidenz der Offenbarung einsehe und fühle, durch welche der Schöpfer sich in der sichtbaren Natur zu erkennen giebt?* zwei Beantwortungen eingegangen, die eine im Holländischen mit der Devise *'t Zingt al* etc., die andere im Deutschen mit der Devise *τα γαρ* etc. Es wurde geurtheilt, dass beide zu ungenügend seyen.

In den vergangenen Jahren hat die Gesellschaft die beiden folgenden Fragen aufgegeben, um sie beantwortet zu sehn

vor dem 1sten Januar 1816.

1) Es ist eine allgemein bekannte Maxime, *die Weisheit der Völker zeige sich in ihren Sprichwörtern*, und es scheint für die Anthropologie und für die philosophische Politik sehr interessant zu seyn, dem Einflusse nachzuspähen, den die Sprichwörter auf die intellectuelle und moralische Civilisation einer Nation, und diese umgekehrt auf die Sprichwörter gehabt haben. Die Gesellschaft wünscht daher eine *philosophische Uebersicht der gemeinsten und nationalsten holländischen Sprichwörter, und eine so viel als möglich historische Nachweisung des gegenseitigen*

Einflusses dieser Sprichwörter auf die Civilisation und den Charakter der Nation, und dieser auf die Sprichwörter zu erhalten. Es kömmt darauf an, diesen Gegenstand unmittelbar auf die holländische Nation anzuwenden.

2) *Welche vortheilhafte Wirkungen haben die Ereignisse der fünf letzten Quinquennien (lustres) auf die Denkungsart, die Civilisation und die Moralität der Europäischen Nationen gehabt; und was läfst sich davon mit Wahrscheinlichkeit für das Glück der zukünftigen Zeiten von ihnen hoffen?*

LITERAIRISCHE UND ANTIQUARISCHE WISSENSCHAFTEN.

Die Gesellschaft hat eine in holländischer Sprache geschriebne Abhandlung mit der Devise: *à tous les coeurs* etc. zur Beantwortung der Frage erhalten: *Von welchen Völkern rühren die* Hunnenbedden *her, und was läfst sich von der Zeit annehmen, wenn sie diese Gegenden bewohnten?* Es wurde geurtheilt, dafs die Abhandlung vielen Werth habe, und gekrönt zu werden verdiene. Beim Oeffnen des versiegelten Zettels fand sich, dafs ihr Verfasser ist N. Westendorp, reformirter Prediger zu Losdorp in der Provinz Gröningen.

Ferner sind bei der Gesellschaft vier Abhandlungen, eine lateinisch, zwei holländisch und eine deutsch geschriebene, eingegangen zur Beantwortung der Frage: *Erfordert es die Vollkommenheit der Geschichte, und ist es Pflicht des Geschichtschreibers, sich auf blofse Erzählung der Thatsachen und der Ereignisse zu beschränken, oder darf er es sich erlauben, zugleich seine Meinungen und Urtheile über die Ursachen der Ereignisse, über die Beweggründe*

der Handlungen, und über die Lehren der Weisheit und Klugheit mitzutheilen, die sich daraus ableiten lassen? Einstimmig wurde der aufserordentlich gut geschriebenen Abhandlung in lateinischer Sprache der Preis zuerkannt. Bei dem Oeffnen des versiegelten Zettels fand sich, dafs ihr Verfasser ist E. A. Borger, Professor der Theologie zu Leiden.

Diese Frage veranlafst sie die folgende aufzugeben, um beantwortet zu werden

vor dem 1sten Januar 1816.

Verdient das von den mehrsten Geschichtschreibern der Alten beobachtete und von einigen der Neueren nachgeahmte Verfahren, ihren Hauptpersonen, Kriegern sowohl als Staatsmännern, Reden in den Mund zu legen, in welchen die Beredsamkeit des Schriftstellers glänzen soll, Lob oder Tadel?

In den vergangenen Jahren sind von der Gesellschaft die beiden folgenden Preisfragen aufgegeben worden, deren Beantwortungen sie entgegen sieht

bis zum 1sten Januar 1816.

1) Da, die vielen Zweifel aus älteren Zeiten nicht zu gedenken, in unseren Zeiten der berühmte J. C. Valckenar behauptet hat, der gelehrte Jude Aristobulus habe mehrere der Fragmente des Orpheus, Livius, Homer, Hesiodus, Euripides und anderer verfertigt, und es seyen dadurch viele Gelehrte und griechische Kirchenväter hintergangen worden, und da derselbe berühmte Professor weder das letzte Kapitel der *Cyropaedie*, noch die *Apologie des Socrates* dem Xenophon zuschreibt; da man ferner die Aechtheit der *Rhetorica* des Dionis von Halikarnafs in Verdacht hat, so wie der Prof. Böckh das, was man für Werke des Aeschylus, des Sophocles und des Euripidis ausgiebt;

der Prof. Schleiermacher selbst längnet, dass der Dialog *Minos* von Plato herrühre, der Professor Fr. Aug. Wolf vier berühmte Reden des Cicero als unächt verwirft, und andre Gelehrte an der Aechtheit anderer Schriften gezweifelt haben, so frägt die Gesellschaft: *„Welches sind die Regeln einer gesunden „und vernünftigen Kritik, die bei so vielen Ungewissheiten und bedeutenden Zweifeln unser Urtheil in Hinsicht der Schriften der Alten leiten „müssen, um zu entscheiden, was darunter ächt „und unächt ist.“*

2) Es wird verlangt, *dass man aus den Schriften der alten Griechen und Römer nachweise, welche Kenntnisse über Gegenstände der Experimental-Physik sie gehabt haben, und ob aus ihren Schriften unwiderleglich hervorgehe, dass sie in dem einen oder dem andern Zweige derselben Kenntnisse besessen haben, die jetzt verloren gegangen sind?*

und für eine unbestimmte Zeit

3) *Hat man wirklich Grund, der Stadt Harlem die Ehre streitig zu machen, dass in ihr die Buchdruckerkunst mit einzelnen beweglichen Lettern vor dem Jahr 1440 von Lorenz Jansz Coster erfunden ist? und ist diese Kunst nicht von dort erst nach Mainz gebracht und daselbst dadurch verbessert worden, dass man statt der hölzernen Buchstaben, aus Zinn gegossene genommen hat?* Die Gesellschaft erhöht den gewöhnlichen Preis mit 50 Ducaten für den, der neue oder besser bewährte Beweise als bisher geben sollte. Auch verspricht sie demjenigen, der ihr irgend einen Umstand in Beziehung der Erfindung der Buchdruckerkunst mittheilen wird, aus welchem sich über die Frage einiges Licht ziehn läst, einen der Wichtigkeit derselben entsprechenden Ehren-Preis.

Die Gesellschaft bringt in Erinnerung, dass sie schon in der ausserordentlichen Sitzung vom Jahr 1798 beschlossen hat, in jeder jährlichen ausserordentlichen Sitzung zu berathschlagen, ob unter den Schriften, die man ihr seit der letzten Sitzung über irgend eine Materie aus der Physik oder Naturgeschichte zugeschickt hat, und die keine Antworten auf die Preisfragen sind, sich eine oder mehrere befinden, die eine *ausserordentliche Gratification* verdienen, und dass sie der interessantesten derselben die silberne Medaille der Societät und 10 Dukaten zuerkennen wird.

Die Gesellschaft wünscht möglichste Kürze in den Preisabhandlungen, Weglassung von allem Ausserwesentlichen, Klarheit und genaue Absonderung des wohl bewiesenen von dem, was nur Hypothese ist. Alle Mitglieder können mit concurriren; nur müssen ihre Aufsätze und die Devisen mit einem *L* bezeichnet seyn. Man kann holländisch, französisch, lateinisch oder deutsch antworten; nur muss man mit lateinischen Buchstaben schreiben. *Keine Abhandlung wird zugelassen werden, der es anzusehn ist, dass die Handschrift von dem Verfasser selbst herrührt, und selbst die zugesprochne Medaille kann nicht ausgehändigt werden, wenn man die Handschrift des Verfassers in der eingereichten Abhandlung entdeckt.* Die Abhandlungen werden mit den versiegelten Devisenzetteln eingeschickt an den Herrn M. van Marum, Secretair der Gesellschaft. — Der *Preis* auf jede Frage ist eine goldne Medaille mit dem Namen des gekrönten Verfassers und die Jahrzahl der Preisertheilung im Rande, oder eine Geldsumme von 500 holländ. Gulden, wenn der Verf. diese vorzieht. Wer einen Preis oder ein Accessit erhalt, ist verpflichtet, ohne ausdrückliche Erlaubniss der Gesellschaft

feinen Auffatz weder einzeln, noch fonft wo drucken zu laffen.

Die Gefellfchaft ernannte zum *Director:* Jakob Borel von Hogenlande zu Amfterdam. Und zu *Mitgliedern:* den Baron de Spaen Lalecq, Präfidenten des *Confeil de Nobleffe* im Haag; den Profeffor der Rechte zu Utrecht Hermann Arntzenius; den Profeffor J. Konijenburg, an der Armenifchen Schule zu Amfterdam; G. van Olivier zu Amfterdam; G. J. Knepelhout, Doctor der Medicin zu Leiden; N. G. van Kempen zu Leiden; B. van Hultheim, *Recteur honoraire* der Akademie und Confervateur der Bibliothek zu Brüffel; J. J. Raepfaat, ehemaliges Mitglied der Staaten von Flandern, zu Brüffel; und J. A. de Baft in Gent.

Taf. II.

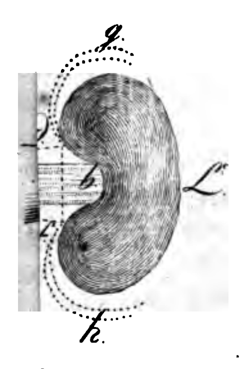


Fig. 3.

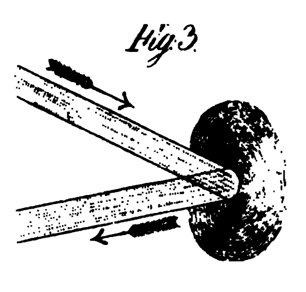


Fig. 6.

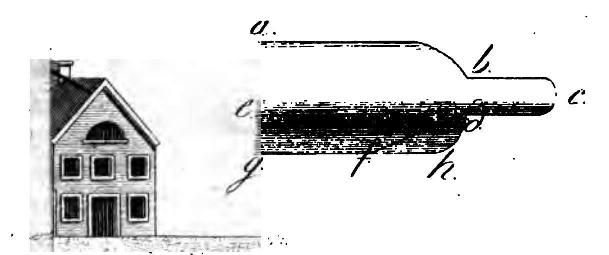
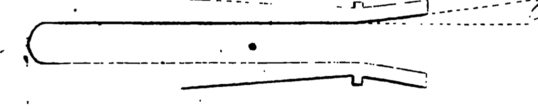
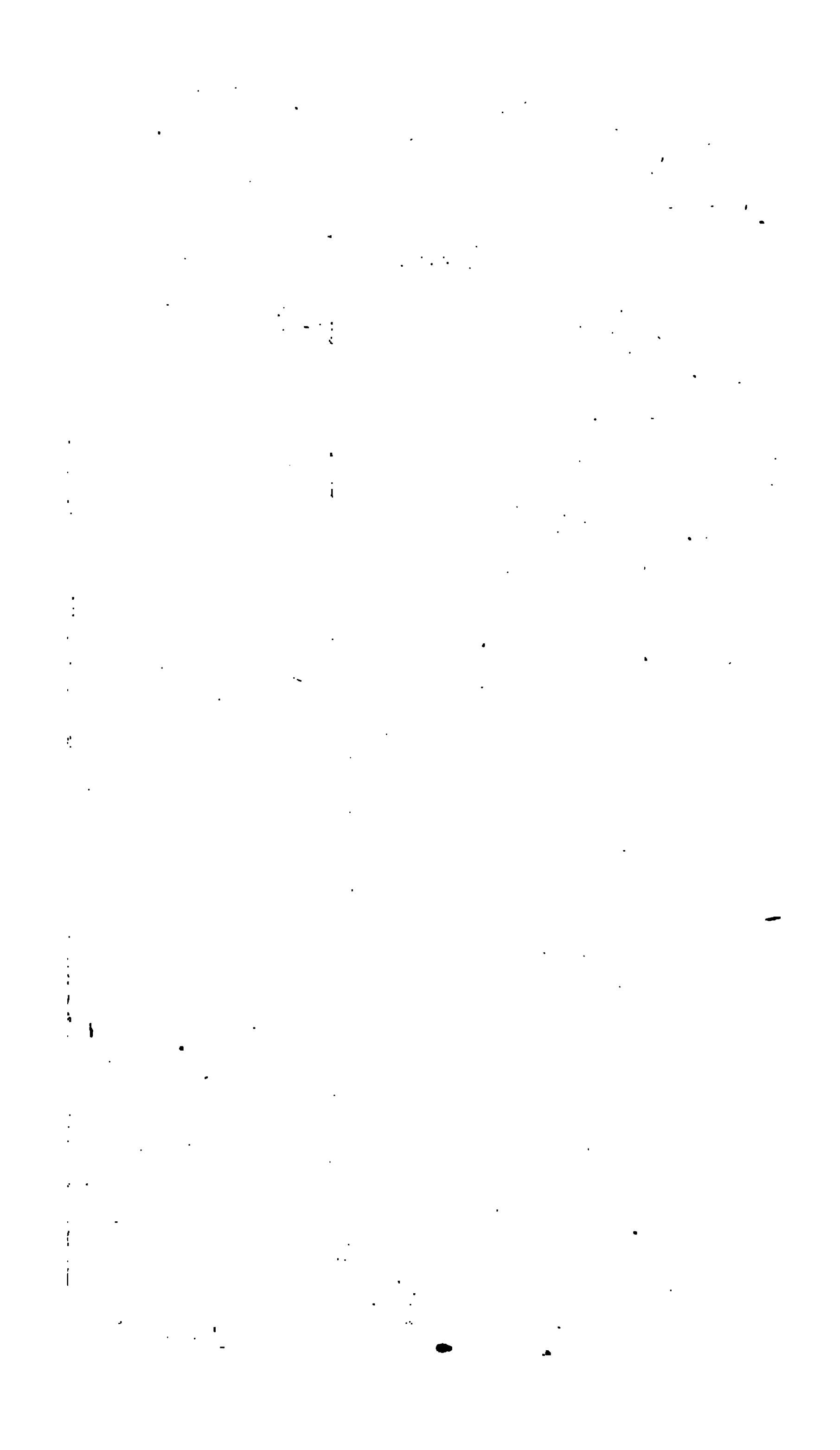


Fig. 7.



Gilb. Ann. d. Phys. 22. B. 2. St.



ANNALEN DER PHYSIK.

JAHRGANG 1815, EILFTES STÜCK.

I.

Unterſuchungen über die phyſikaliſchen Eigenſchaften der Acker-Erden;

von

Dr. Schübler, Prof. d. Phyſ. u. d. Ackerbau-Chemie an dem Landwirthſch. Inſtitut zu Hofwyl.

(Aus einem Briefe von ihm an den Prof. Pictet in Genf. *)

Hofwyl 14. Juli 1815.

Um Ihrem Verlangen zu entſprechen, welches Sie bei Ihrem neulichen Aufenthalte in Hofwyl äuſserten, die Reſultate meiner Unterſuchungen über die phyſikaliſchen Eigenſchaften der Acker-Erden mitgetheilt zu erhalten, überſchicke ich Ihnen beilie-

*) Aus der *Bibl. britann. Agriculture.* Herr Pictet überſchreibt den Aufſatz *ſur l'analyſe phyſique des terres*, ein Ausdruck, der mir keine Nachahmung zu verdienen ſcheint. Das Nützliche und Neue dieſer Unterſuchungen, ſagt er, habe ihn überraſcht, als Hr. Dr. Schübler ihm im Geſpräche die Reſultate derſelben mittheilte, und dieſes habe ihn veranlaſst, ſich von ihm dieſen Aufſatz zu erbitten, den ich hier frei ausziehe, da er mir die Aufmerkſamkeit der Phyſiker und der Landbauer gleichmäſsig zu verdienen ſcheint. *Gilb.*

gende tabellarische Uebersicht. Folgendes ist die Art, wie ich bei diesen Versuchen verfahren bin.

Ich habe die Erden in dem Zustande untersucht, in welchem wir sie in der Natur finden, und nicht in der Reinheit, wie blos chemische Operationen sie uns liefern, ohne doch diese letztern Untersuchungen ganz zu verabsäumen. Ich fand nämlich bald, dass die chemisch-reinen Erden in ihren physikalischen Eigenschaften von den Erden, wie die Natur sie uns giebt, sehr abweichen, und dass, um den Einfluss der verschiednen Arten des Bodens auf die Vegetation zu bestimmen, es nothwendig sey, dass man die *unmittelbaren* Bestandtheile desselben genau kenne, indem die blosse Kenntniss der entfernteren einfachen Bestandtheile einer Ackererde uns hierzu nur wenig hilft. Wenn gleich zwei verschiedne Erden verhältnissmässig gleich viel kohlensauren Kalk enthalten, so können sie doch das Wasser mit sehr verschiedner Kraft fesseln, und können in sehr verschiedenen Zeiten austrocknen, folglich eine sehr verschiedne Einwirkung auf den Wachsthum und das Gedeihen der Pflanzen äussern, je nachdem der kohlensaure Kalk sich in ihnen in der Gestalt von Sand oder eines feineren Pulvers befindet. Denn 100 Theile Kalksand halten nur 29 Theile, dieselbe Erdart dagegen, wenn sie fein gepulvert ist, 85 Procent Wasser zurück. Noch auffallender ist diese Verschiedenheit bei der Kieselerde: 100 Theile derselben als Sand vermögen nur 25, in dem Zustande dagegen, wie man sie gewöhnlich in dem Thone

findet, d. i. mit der Thonerde chemisch vereinigt, bis gegen 280 Theile Wasser zurück zu halten. Beide Erden geben, wenn sie in einer Ackererde in der ersten Gestalt vorwalten, einen heissen und trocknen Boden; in der zweiten Gestalt würden sie dagegen den Boden feucht und kalt machen. Die blosse chemische Analyse reicht nie zu, diese auffallenden Verschiedenheiten nachzuweisen. Dieses ist der Grund, welcher mich bestimmte, die wirklichen Acker-Erden, wie sie an der Oberfläche der Erde sich finden, zum Gegenstande meiner Untersuchungen zu nehmen.

Die gewöhnlichen unmittelbaren Bestandtheile der Acker-Erde sind: Kiesel-Sand, Kalk-Sand, die verschiednen Arten des Thons, Kalkerde und Pflanzenerde oder Humus. Ausser ihnen habe ich noch untersucht Gyps und kohlensaure Magnesia, und zwar letztere wegen der Verschiedenheit der Meinungen der Physiker über ihren Einfluss auf die Vegetation. Zuletzt habe ich einige Untersuchungen von zusammengesetzten Acker-Erden, die uns hier zum Unterrichte und als Beispiele dienen, hinzugefügt.

Was die Methoden zu experimentiren betrifft, so muss ich über sie Folgendes bemerken.

Um das *specifische Gewicht* der Erden zu finden, wog ich wiederholt ein gut zugestöpseltes Glas, leer, dann voll Wasser, und zuletzt voll Erde und Wasser. Zuvor aber hatte ich das *absolute Gewicht* bestimmter Volumina dieser Erden, sowohl

bei vollkommner Trockenheit als bei vollkommner Schwängerung mit Waſſer, beſtimmt; dieſes Gewicht enthält die *dritte* Spalte der Tafel, nach Nürnberger Medicinalgewicht angegeben, das Pfund zu 12 Unzen und die Unze zu 480 Gran gerechnet. Von allen dieſen Erden haben die Pflanzenerde das kleinſte und die ſandigen Erden das gröſste ſpecifiſche Gewicht, ſowohl trocken als vollkommen feucht. Bei gleichem Grade von Trockenheit oder Feuchtigkeit ſind die thonigen Erden immer ſpecifiſch leichter als die ſandigen. Ich nenne aber eine Erde *vollkommen trocken*, wenn ſie nichts mehr an Gewicht verliert, wenn man ſie einer Wärme von 30 bis 40° Reaum. ausſetzt. In einer höheren Hitze würde ſich der Humus der Acker-Erden zerſetzen oder verflüchtigen, daher dieſe unanwendbar iſt. *Vollkommen feucht* oder mit Waſſer geſchwängert nenne ich eine Erde, wenn ſie auf Filtrirpapier nicht mehr abträufelt. Die zuſammengeſetzten Erden ſind immer um ſo ſpecifiſch leichter, je mehr Pflanzenerde ſie enthalten. Aus dieſen Unterſuchungen über die Schwere der Erden erhellt, daſs die Ausdrücke *ſchwerer* und *leichter Boden* auf ganz andern phyſikaliſchen Eigenſchaften, als auf dem ſpecif. Gewicht der Acker-Erde beruhen.

Unter der Kraft, das Waſſer zurück zu halten, welche man in der *vierten* Spalte angegeben findet, verſtehe ich das eigenthümliche Vermögen der Acker-Erde, Waſſer in ſich zu halten, ohne es auströpfeln zu laſſen. Gewöhnlich habe ich 400 Gran

Erde genommen, und ich gebe an, wie viel Procent Waſſer die Erde zurück hält. Die Pflanzenerde verſchluckt und hält zurück unter allen Körpern, welche als Beſtandtheile der Acker-Erde vorzukommen pflegen, das mehrſte Waſſer, und beinahe das Doppelte ihres Gewichts. Blos die Magneſia übertrifft ſie, wie an Leichtigkeit, ſo auch in dieſer Eigenſchaft; denn dieſe Erde kann das $4\frac{1}{2}$-fache ihres Gewichts an Waſſer in ſich zurückhalten. Aus dieſem Grunde muſs bloſse Magneſia der Vegetation nachtheilig ſeyn, dagegen, wenn ſie einem trocknen und ſandigen Boden beigemengt iſt, die Fruchtbarkeit deſſelben vermehren. Auf den erſten Anblick könnte es ſcheinen, die Kraft der Erden, das Waſſer zurück zu halten, müſſe ſich aus den Gewichten eines Kubikzolls völlig trockner und völlig feuchter Erde berechnen laſſen; da die Erden ſich aber auf eine ſehr ungleiche Art verdichten, wenn man ſie befeuchtet, ſo würde dieſes zu keinen richtigen Reſultaten führen.

Die *fünfte* und die *ſechste* Spalte enthalten die Reſultate meiner Unterſuchungen über die Conſiſtenz der Erden, und zwar ſowohl über ihre Feſtigkeit im trocknen, als über ihre Zähigkeit im feuchten Zuſtande. Die erſte habe ich durch ihre Cohäſion beſtimmt, mittelſt gleich langer Parallelepipeden von 6 pariſ. Linien Breite und eben ſo groſser Dicke. Dieſe wurden im trocknen Zuſtande an zwei Stellen, die 15 Linien von einander entfernt waren, auf Unterlagen aufgelegt, und dann allmählig mit immer mehr kleinen

Gewichten beladen, bis ſie brachen; die Summe dieſer Gewichte gab mir das Maaſs ihrer Kraft der Cohäſion. Ich verwunderte mich nicht wenig über die groſse Menge von Gewichten, welche thonreiche Erden trugen, ehe ſie zerbrachen; reiner Thon brach nicht eher, als bei 178300 (?) Gran. Dieſen Grad der Cohäſion, welcher dem Thone eigen iſt, nahm ich zum Vergleichspuncte, und ſetzte ihn gleich 1000. Die Cohäſion des Sandes war 0.

Wenn man feuchten Boden pflügt, hat man nicht blos die Cohäſion deſſelben, ſondern auch ſeine Adhäſion an dem Pflug zu überwinden. Ich habe daher über dieſe letztere beſondere Unterſuchungen angeſtellt. Zu dem Ende lieſs ich mir Adhäſions-Platten von verſchiednen Körpern und verſchiednen Gröſsen machen, hing ſie an den Arm einer empfindlichen Wage, und beſtimmte ihre ſtärkere oder geringere Adhäſion an den verſchiednen Acker-Erden durch das Gewicht, womit der andre Arm der Wage zu belaſten war, um ſie loszureiſsen. Die Reſultate habe ich alle auf eine Adhäſions-Fläche von 1 Quadratfuſs zurückgeführt. Der Thon adhärirt am ſtärkſten, der Sand am ſchwächſten, und bei einerlei Fläche äuſserte Holz (ich habe die Verſuche mit mehreren Holzarten, beſonders mit Buchenholz angeſtellt) immer eine ſtärkere Adhäſion, als polirtes Eiſen. Der Grund davon liegt vorzüglich in den gröſsern Ungleichheiten der Oberfläche des Holzes, beſonders des feuchten, weshalb die Adhäſionsfläche mit den Erden gröſser

als bei dem Eisen ist; aus demselben Grunde übertrifft das Eichenholz das Buchenholz an Cohäsion mit den Erden. Dieses erklärt deutlich den Sinn der Ausdrücke *schwerer Boden* und *leichter Boden*, die unter den Ackerbauern gebräuchlich sind. Sie beziehn sich auf die Ungleichheit der Cohäsion und Adhäsion, die zu überwinden es den Landbauern bald schwerer, bald leichter wird. Ein Boden, dessen Cohäsion im trocknen Zustande nicht über 100 steigt, wird sehr leicht, ein Boden von der Cohäsion 600 dagegen ziemlich schwer zu beackern seyn.

Die *siebente* Spalte enthält die Resultate meiner Versuche über die Verdünstung der Erden. Um diese zu bestimmen, breite ich eine abgewogne Menge vollkommen feuchter Erde auf einer Platte sehr dünnen Eisenblechs gleichförmig aus, (auf einer Fläche von 10 par. Quadratzoll 200 Gran Erde, macht auf 50 Quadratzoll 1000 Gran,) und lasse sie 4 Stunden lang in einem verschlossnen Zimmer stehn, dessen Temperatur 10° R. ist. Die Gewichts-Verminderung, welche die Erde in diesem Zeitraume leidet, zeigt die Menge des verdünsteten Wassers an. Auf eine ähnliche Art habe ich die Zeiten bestimmt, welche auf dem Austrocknen der verschiednen Erden um gleiche Grade hingehn; sie liess sich sehr genau berechnen.

Das Vermögen der völlig trocknen Erden, Feuchtigkeit aus der Luft einzusaugen, welches die *achte* Spalte darstellt, bestimmte ich ebenfalls an Mengen von 200 Gran, die über einer Fläche von

10 Quadratzoll ausgebreitet waren. Sie wurden unter einer mit Waſſer geſperrten Glocke auf ein Geſtell geſetzt, und ich unterſuchte, um wie viel ſich in der mit Waſſerdampf ſtets gleichförmig geſchwängerten Luft der Glocke, das Gewicht der Erde nach 12, nach 24 und nach 48 Stunden vermehrt hatte. Es fand ſich, daſs während der erſten Stunden am mehrſten Feuchtigkeit verſchluckt wurde; nach Maaſsgabe als die Erden feuchter wurden, nahm die Menge der Verſchluckung ab, und nach einigen Tagen hörte ſie ganz auf; die Erden waren dann völlig geſättigt. Das Einſchluckungs-Vermögen der Pflanzenerde iſt gröſser als das jeder andern Erde, ſelbſt als der Magneſia.

In der *neunten* Spalte findet ſich, wie viel Sauerſtoff die Erden aus der atmoſphäriſchen Luft einzuſaugen vermögen. Es iſt ſchon eine geraume Zahl von Jahren her, daſs Hr. Alexander von Humboldt die Aufmerkſamkeit der Naturforſcher auf dieſe merkwürdige Eigenſchaft der Erden gelenkt hat. Andre Phyſiker haben ſie ſpäterhin geläugnet. Dieſes veranlaſste mich, über ſie aufs Neue Verſuche mit möglichſter Genauigkeit anzuſtellen.

Ich nahm Glaskugeln von gleichem Inhalte, die ſich hermetiſch verſchlieſsen lieſsen, brachte in jede eine Art Erde, immer von einerlei Gewicht, und lieſs ſie in ihnen, in einer Temperatur von 13 bis 15° R., unter ganz gleichen äuſseren Einflüſſen, und gegen den Zutritt der äuſseren Luft wohl ver-

wahrt, 3o Tage lang ruhig ſtehn. Als dieſe Zeit verfloſſen war, unterſuchte ich die in den Glaskugeln enthaltene Luft mittelſt eines Volta'ſchen Eudiometers. Es fand ſich, daſs die Erden, nach Verſchiedenheit ihrer Feuchtigkeit, ſehr verſchiedene Mengen von Sauerſtoffgas verſchluckten, ganz trockne Erden gar keins oder kaum wahrnehmbare Mengen, indeſs ſich ſchon Spuren einer Verſchluckung zeigten, wenn dieſelben Erden mehrère Tage lang an der offnen Luft geſtanden und etwas Feuchtigkeit eingeſogen hatten, und dann wieder in den Glasball verſchloſſen worden waren. Als ich endlich Erden nahm, die völlig mit Waſſer geſchwängert waren, fand ſich, daſs in dieſem Zuſtande die mehrſten derſelben bedeutende Mengen Sauerſtoffgas verſchluckten, wie die Tabelle nachweiſt, indeſs von bloſsem Waſſer in demſelben Zeitraum nur ein Minimum eingeſogen wurde. Die ausnehmend ſtarke Abſorption der Magneſia hatte mich in Verwunderung geſetzt, wiederholte Verſuche mit reiner kohlenſauren Magneſia haben ſie aber beſtätigt. Uebrigens ſcheint dieſes Verſchlucken von Sauerſtoffgas keine innige chemiſche Verbindung hervorzubringen. Denn Austrocknen und Erhöhung der Temperatur entzogen den Erden das verſchluckte Sauerſtoffgas, und bei Wiederholung des vorigen Verſuchs ſogen ſie daſſelbe aufs Neue wieder ein. Blos die Pflanzenerde (Humus) zeigt in dieſem Fall eine Ausnahme, indem ſich ein Theil ihres Kohlenſtoffs mit dem Sauerſtoff zu kohlenſaurem Gas ver-

bindet, und ihr einen Theil durch die Verdünſtung entzieht. Um den Einwurf, das Sauerſtoffgas ſey von dem Waſſer, nicht von den Erden eingeſogen worden, völlig zu entkräften, habe ich die Verſuche mit Erden wiederholt, die mit Waſſer übergoſſen und 2 Linien hoch damit bedeckt worden waren. Die Reſultate blieben dieſelben; die Pflanzenerde und der Thon verſchluckten viel Gas, der Sand ſehr wenig.

Die *zehnte* Spalte ſtellt die ſpecifiſchen Wärmen der Erden dar. Ich habe ſie auf verſchiedene Weiſe zu beſtimmen geſucht: zuerſt durch Vermengen von Erde und Waſſer von verſchiedner Wärme; dann mit Lavoiſier's Calorimeter; zuletzt durch Beobachtung der Zeit, welche die Erden, nachdem ſie erhitzt worden, brauchen, um von einer beſtimmten Temperatur zu einer andern herab zu kommen. Im Ganzen haben mir dieſe verſchiedenen Methoden daſſelbe Reſultat gegeben; immer zeigte der Sand die gröſste und die Magneſia die kleinſte ſpecif. Wärme, in einerlei Volumen dieſer Erden, — denn dieſes ſcheint mir die einzig richtige Vergleichungsart zu ſeyn, wenn es auf groſse Maſſen von Erdboden ankömmt. Ich habe daher die ſpecif. Wärme des Kalkſandes gleich 1000 geſetzt, in der erſten Columne der zehnten Spalte. Von den drei angeführten Methoden ſcheint mir die letzte den Vorzug zu verdienen, da ſie am geeignetſten iſt, uns zum Ziel unſerer Unterſuchung zu führen, indem ſie uns den Grad der Kraft ken-

nen lehrt, mit welcher ein Boden die Wärme zurückhält, und von diesem Vermögen seine specifische Wärme und sein Leitungs-Vermögen abhängen. Ueberdem ist sie bei den Erden weit leichter und mit mehr Sicherheit, als die beiden andern Methoden auszuführen, welche große Schwierigkeiten haben, wo es auf genaue Vergleichungen ankömmt. Auch unterscheidet sich der Boden in der Natur hauptsächlich durch die verschiedne Zeit, in welcher er von einer bestimmten Temperatur zu einer niedrigeren herabkömmt.

Die letzte Spalte bezieht sich auf das electrische und das galvanische Verhalten der Erden. Trockne Erden mit einem Messer geschabt, zeigten, als ich die losgetrennten Theile auf die Scheibe eines Electrometers fallen ließs, insgesammt *negative* Electricität, selbst die Pflanzenerde. Im völlig ausgetrockneten Zustande sind sie alle *Nicht-Leiter* der Electricität, die thonigen Erden ausgenommen, welche sich als Halb-Leiter verhalten, welches ihrem Gehalte an Eisen und an Wasser zuzuschreiben ist, von denen sie nie ganz frei sind.

In dem galvanischen Verhalten unterscheidet sich die Pflanzenerde auf eine sehr merkwürdige Art von den übrigen Erden. Diese begeben sich insgesammt nach der negativen Seite, und allein die Pflanzenerde nach der positiven Seite der Säule. Ich habe in die Kette der Säule reine Pflanzenerde in verschiedenen Menstruis aufgelöst gebracht, in

blofsem Waffer, in Kalkwaffer, in Waffer, das Kali oder Natron oder Gyps enthielt; und in allen diefen Verfuchen fchlug fich die Pflanzenerde um den pofitiven Pol in braunen Flocken nieder, und das oft in wenig Minuten, während fich die Alkalien und die Erden um den negativen Pol anfammelten. Es fcheint mir wichtig zu feyn, diefes chemifche Verhalten der Erden in Betrachtung zu ziehn, ehe man ihre chemifche Zerlegung unternimmt, wie z. B die Zerlegung der Pflanzenerde in Kohlenftoff und in verfchiedene Gasarten, und der Erden in Metall und in Sauerftoff. Sollte es nicht möglich feyn, durch Aneinanderhäufen abwechfelnder Schichten von Pflanzenerde und andern Ackererden eine galvanifche Wirkung zu erhalten? Ich habe mir bis jetzt noch nicht eine hinlängliche Menge reiner Pflanzenerde verfchaffen können, um einen folchen Verfuch anzuftellen. Noch mufs ich hinzufügen, dafs ich die erwähnten galvanifchen Erfcheinungen von einer Säule aus 40 bis 50 Scheiben von 1 Zoll Durchmeffer erhalten habe.

Ich fchmeichle mir, dafs diefe Bemerkungen hinreichen werden, Sie in den Stand zu fetzen, über meine Unterfuchungen ein Urtheil zu fällen. Ich für meinen Theil bin überzeugt, dafs eine chemifche Analyfe irgend einer fruchtbaren Erde nicht hinreicht, diefe uns in allen Beziehungen kennen zu lehren, und ihr ihre wahre Stelle für den Acker-

bau anzuweisen. Denn die physikalischen Eigenschaften mancher Acker-Erden können sehr verschieden seyn, wenn sie gleich dieselben chemischen Elemente enthalten, je nachdem die einfachen Erden in den zusammengesetzten in verschiedner Gestalt vorhanden und auf verschiedene Art mit einander verbunden sind; woraus wichtige Erscheihnungen entstehn, von denen alle Erdarten uns Beispiele geben.

Ich halte meine Untersuchungen über diese für die Vegetation und den Ackerbau so interessanten Erscheinungen für nichts weniger als schon vollendet. Vielmehr ist es meine Absicht, bei der Fortsetzung derselben keinen Weg und kein Mittel, welche in meiner Macht stehn werden, unversucht zu lassen, um zu noch mehreren und noch evidenteren Resultaten zu gelangen. Jetzt bin ich mit Fortsetzung der Versuche über die Verschluckung des Sauerstoffgas durch die Erden, die verschiedne Erwärmung derselben durch die Sonnenstrahlen, und den verschiedenen Einfluss derselben im reinen Zustande auf den Wachsthum der Pflanzen beschäftigt. Ich werde die weiteren Details aller dieser Untersuchungen, unter ihrer besondern Beziehung auf den Landbau, in dem fünften Hefte der *Oekonomischen Blätter von Hofwyl* bekannt machen.

Acker-Erden.	Specif. Gew.	Gewicht 1 Kubik- Fusses, vollk. Pfd.	Zolls, Gran	hält zurück Waffer Proc.
Quarz-Sand (ihn enthält faft eine jede Acker-Erde.)	2,75	tro. 155,1 feu. 181,5	516 605	25
Kalk-Sand (häufig mit erfterem vorkommend.)	2,82	tro. 158 feu. 188,5	506 628	29
Lettenartiger Thon (60 Proc. Thon u. 40 Proc. feiner Sand.)	2,70	tro. 130,4 feu. 171,6	435 577	40
Lehmartiger Thon (*Limon?* 76 Pc. Thon u. 24 Pc. feiner Sand.)	2,65	tro. 118 feu. 165,5	393 551	50
Kleyartiger Thon (*Glaife?* 89 Pc. Thon u. 11 Pc. feiner Sand.)	2,60	tro. 107,1 feu. 159,5	357 531	61
Thon, v. fein. Sande gereinigt (58 Pc. Kiefelerde, 32 Thone., 9 Eif. Ox.)	2,59	tro. 100,3 feu. 154,5	334 515	70
Kalkerde (kohlenfaurer Kalk; kömmt häufig mit d. Kalkfande vor.)	2,46	tro. 71,7 feu. 138,0	244 460	85
Humus od. Pflanzenerde (wefentl. Beftandtheil alles Ackerbodens.)	1,22	tro. 46,4 feu. 109,0	154 346	190
Magnefia (kohlenf. Magnefia; felten in d. Ackerbod.)	2,23	tro. 21,1 feu. 101,7	75 339	456
Gyps, natürl. ungebrannter (fein gepulvert.)	2,35	tro. 122,6 feu. 170,2	408 573	27
Garten-Erde *)	2,33	tro. 91,7 feu. 137,0	364 457	96
Ackerland (eines der Hofwyler Felder) **)	2,40	tro. 112,7 feu. 158,9	376 529	52
Ackerland (aus e. Thal im Jura ***)	2,52	tro. 124,1 feu. 154,5	414 515	47

*) Beftehend aus 52,4 Procent Thon, 36,5 Proc. Quarzfand,
**) Beftehend aus 51,1 Procent Thon, 47,7 Proc. Quarzfand,
***) Beftehend aus 64 Procent Quarzfand, 25,5 Proc. Thon,

Festigkeit; vollk. trock.	Adhäsion; vollk. feucht an 1 Qu. Fuss Fläche	Austrocknung: Von 1000 Th. Wass. verdunst. in gleich. Zeit.	gleich. Mengen trocknen aus in gl. Grade in	Vollk. trockne Erde 1000 Theile verschlucken aus d. fr. Luft Feuchtigk in 12	24	48 St.
0	E. 5,1 Pfd. H. 5,7	884 Th.	4 St. 4 M	0	0	0 Gran
0	E. 5,5 H. 5,9	759	4. 44.	2	3	3
573	E. 10,6 H. 11,9	520	6. 55.	21	26	28
488	E. 14,1 H. 15,2	457	7. 52.	26	30	34
633	E. 23,0 H. 25,3	349	10. 19.	30	36	40
1000	E. 36,0 H. 39,0	313	11. 17.	37	42	48
60	E. 19,1 H. 20,8	280	12. 51.	26	31	35
87	E. 11,8 H. 12,5	205	17. 33.	80	97	110
115	E. 7,8 H. 9,5	108	33. 20.	69	76	80
73	E. 14,3 H. 15,8	717	5. 1.	1	1	1
76	E. 8,6 H. 10,0	245	14. 49.	35	45	50
330	E. 7,8 H. 8,6	320	11. 15.	16	22	23
220	E. 7,1 H. 8,0	401	8. 58.	14	19	20

1,8 Proc. Kalksand, 2 Proc. Kalkerde, und 7,2 Proc. Humus.
4 Proc. Kalksand, 2,3 Proc. Kalkerde, und 3,4 Proc. Humus.
1,2 Proc. Kalksand, 1,2 Proc. Kalkerde, und 1,2 Proc. Humus.

Acker-Erden	Diese Erden verschlucken Sauerstoffgas aus der atmosphär. Luft		Specif. Wärme die des Sandes 1000 ges.	30 K. Zoll erkalten von 50 bis 17° R. in	Electricität: Galvanismus.
	trock.	feucht			
Quarz-Sand	o	2,6 Th.	956	3 St. 27 M.	Nicht-Leiter und —
Kalk-Sand	o	5,6	1000	3. 30.	Nicht-Leiter und —
Lettenartiger Thon	o	9,3	769	2. 41.	Halb-Leiter und —
Lehmartiger Thon (*Limon?*)	o	11,0	718	2. 30.	Halb-Leiter und —
Kleyartiger Thon (*Glaise?*)	o	13,6	684	2. 24.	Halb-Leiter und —
Thon, vom feinen Sande gereinigt	o	15,3	667	2. 19.	Halb-Leiter und —
Kalkerde (kohlensaurer Kalk)	o	10,8	618	2. 10.	Nicht-Leiter und —
Humus oder Pflanzenerde	o	20,3	490	1. 43.	Nicht-Leiter und +
Magnesia (kohlensaure Magnesia)	o	17,0	380	1. 20.	Nicht-Leiter und —
Gyps, natürlicher	o	2,7	738	2. 34.	Nicht-Leiter und ±
Garten-Erde	o	18,0	648	2. 16.	Nicht-Leiter und ±
Ackerland (eines d. Hofwyl. Felder)	o	16,2	701	2. [illegible].	Nicht-Leiter und ±
Ackerland (aus e. Thal im Jura)	o	15,0	743	2. 36.	Nicht-Leiter und ±

II.

Drei optische Abhandlungen:

Die Theorie der Beugung des Lichts; die Theorie der Farbenringe; und über die Geschwindigkeit des Lichts;

von dem

Professor Parrot in Dorpat.

Ich habe in der Vorrede des zweiten Bandes meines Grundrisses der theoretischen Physik vorausgesagt, dass Manches von den neuen Theorien, die ich dort vortrage, dunkel scheinen werde, (ich konnte nicht für jeden Gegenstand eine weitläufige Abhandlung schreiben,) und versprach Auskunft zu geben, wenn sie durch die Annalen der Physik verlangt würde. Ich halte Wort, und man kann von der Art, mit welcher es in diesem Falle geschieht, auf alle künftige Fälle schliessen. Diese Antwort kömmt spät; allein man weiss schon, dass meine Verhältnisse es nicht anders erlauben.

Herr Prof. Brandes, der in mathematischen Untersuchungen physikalischer Gegenstände sich sehr rühmlich auszeichnet, hat Bemerkungen gegen meine Theorie der Beugung des Lichts und der Farbenringe in den Annalen, B. 17. Neue Folge, S. 212. niedergelegt, und erwartet ihre Beantwortung. Aus Achtung

für ihn habe ich nicht mich begnügt, mit kurzen Gegenbemerkungen zu antworten, sondern ich habe zwei Abhandlungen geschrieben, welche, wie ich hoffe, ihn befriedigen werden. Ich habe eine dritte über die Geschwindigkeit des Lichts hinzugefügt, weil ich wohl voraussehe, dass gleichfalls gegen diese Theorie Erinnerungen bald erscheinen möchten. Die beiden ersten enthalten die Erklärung der Phänomene der Beugung und der Farbenringe mit allen ihren Modificationen, streng geometrisch durchgeführt, und mit Berücksichtigung aller mir bis jetzt bekannt gewordenen Versuche. In der dritten habe ich nicht nur das Problem der Geschwindigkeit des Lichts aufgelöst, sondern auch mittelst derselben Theorie alle Phänomene der Bewegung des Lichts erklärt. In allen drei Abhandlungen herrscht nur ein Hauptgedanke als Grund der Theorie, nämlich die Wanderung der Stoffe durch die Affinität der ersten Art; ich bitte daher, dass man sein Urtheil erst dann fälle, wenn man das Ganze gelesen und durchdacht haben wird. Findet man dann noch Schwierigkeiten, so werde ich sie lösen. In allen drei Abhandlungen gehe ich den einfachen, heut zu Tage in Schatten gestellten, nicht imponirenden, synthetischen Weg, weil ich ihn für den allein sichern halte, und ich nun einmal die Ueberzeugung habe und nie verlieren werde, dass die Physik nicht aus analytischen Formeln bestehen soll. Newton lebte und arbeitete in dieser Ueberzeugung; und ich glaube kein besseres Muster mir wählen zu können.

Parrot.

ERSTE ABHANDLUNG.

Von der Beugung des Lichts.

Herr Profeſſor Brandes ſcheint das *Geſetz der Erwärmung der Luftſchichten* in dieſem Phänomen für unwichtig zu halten, und poſtulirt in ſeinen Bemerkungen nur die Erwärmung überhaupt. Ich behaupte dagegen, daſs die Natur dieſes Geſetzes geradezu dieſes Phänomen bedingt. Es ſey mir daher gegönnt, dieſes Geſetz ſo gut zu erforſchen, als der jetzige Zuſtand unſrer Wiſſenſchaft es erlaubt.

1. Wenn ein Körper von den Sonnenſtrahlen beleuchtet wird, (ſo wie auch von jedem andern Lichte,) ſo geht eine Erwärmung in deſſen Oberfläche vor, welche bis zu dem höchſten Grade der Hitze reichen würde, bliebe der entwickelte Wärmeſtoff auf derſelben. Die bedeutenden Erwärmungen, welche die Wärmeſammler Ducarla's und Sauſſure's zulaſſen, und zwar an bedeutenden Maſſen von Körpern, ſind als Proben von dieſer Wirkung der Lichtſtrahlen anzuſehen. Allein dieſe Wärme wird auf einem doppelten Wege abgeleitet; erſtens durch die Maſſe des Körpers ſelbſt und des Geſtells, auf welchem er ruht; zweitens durch die umgebende Luft. Die erſte Ableitung haben wir hier nicht zu betrachten, ſondern nur die zweite, welche das Phänomen der Beugung erzeugt. Durch fortgeſetzte Strahlung des Lichts und durch gleichfalls fortgeſetzte Entziehung eines Theils der er-

zeugten Wärme erhält der Körper bald ein gewisses Maximum von Temperatur, in welcher er dann beharrt, so daſs er als eine constante Quelle von Wärme für die umgebenden Luftschichten angesehen werden muſs.

2. Das Haar in dem Newtonschen Versuche befindet sich also in einer beständigen erhöheten Temperatur, und muſs demnach als eine beständige Quelle von Wärme angesehen werden, welche ununterbrochen fort in die umgebenden Luftschichten übergeht, und durch die folgenden abgeleitet wird. Es entsteht also um das Haar herum eine Erwärmung der Luft von bleibender Intensität. Diese erwärmten Luftschichten sind dem Gesetze der Strömungen nicht unterworfen, und die wärmern steigen nicht, um kältern Platz zu machen; der enge Raum von $\frac{1}{800}$ Zoll, in welchem das Phänomen der Beugung Statt findet, läſst diese Strömungen nicht zu. Den Beweis wird man mir, hoffe ich, erlassen.

3. Wenn man dem Gesetze nachforschen will, nach welchem der Wärmestoff sich vom Haare ab in den Luftschichten verbreitet und sie erwärmt, so hat man mit den folgenden Momenten zu thun. Fürs *Erste* sehen wir die Luft als eine Flüssigkeit an, in welcher sich der Wärmestoff nach dem Gesetze der Affinitäts-Wanderung, wie eine Säure im Wasser, verbreitet. *Zweitens* denkt man sich die Luft hier als aus concentrischen Schichten bestehend, welche das Haar umgeben, deren Durch-

messer mit ihrer Entfernung vom Haare wächst. Ihre Massen sind (abgesehn von ihren Dichtigkeiten) im Verhältniss ihrer Entfernungen von der Axe des Haars, und folglich ihre Temperaturen in dieser Hinsicht im umgekehrten Verhältnisse. *Drittens* sind die Dichtigkeiten dieser Schichten, vermöge der Erwärmung, mit der Entfernung zunehmend, und die Temperaturen derselben müssen auch aus diesem Grunde mit der Entfernungs-Vergrösserung abnehmen, weil der Wärmestoff desto geringere Temperaturen erzeugt, je dichter die (übrigens homogenen) Massen sind, die er zu erwärmen hat.

Die erste Rücksicht liefert das reine Gesetz der Affinitäts-Wanderung. Ein Blick über meine Tabellen im Grundrisse der theoret. Physik wird leicht darthun, dass nach diesem Gesetze die Temperatur schneller abnimmt, und die Dichtigkeit schneller zunimmt, als nach der arithmetischen Progression, und dass man nicht weit von der Wahrheit seyn wird, wenn man eine Reihe annimmt, welche zwischen der arithmetischen und geometrischen Progression liegt. Die zweite Rücksicht giebt der Reihe eine neue Convergenz im Verhältnisse der Durchmesser der Schichten. Die dritte endlich vermehrt die Convergenz noch stärker als die zweite, da nach den zwei ersten die Temperaturen schon mehr als nach dem Quadrate der Durchmesser abnehmen. Wir können also sicher annehmen, dass *die Temperaturen wenigstens im Verhältniss des Cubus der Entfernung von der Oberfläche des*

Haars abnehmen, und die Dichtigkeiten in diesem Verhältnisse zunehmen. Ich übergehe hier die Wirkung des strahlenden Wärmestoffs, dessen Verbreitung um einen cylindrischen Körper das einfache Gesetz der Entfernungen befolgt, der aber bei seinem Durchgange durch die Luft sich nur in höchst geringer Menge verbindet.

4. Vermöge eines solchen Gesetzes muss der Dichtigkeits-Unterschied zweier auf einander folgender Luftschichten in der Nähe des Haars sehr groſs seyn, und mit den Entfernungen schnell abnehmen. Die Wirkung einer solchen schnellen Abnahme sieht man schon bei der Mischung von Wasser und Säure, obgleich sie bei weitem nicht so groſs seyn kann, als im vorliegenden Falle. Wenn Säure und Wasser (dasselbe ist mit alkalischen und salzigen Auflösungen und Wasser) sich freiwillig mischen, und die Operation etwa eine Viertelstunde gedauert hat, so bemerkt man die optischen Phänomene, (als z. B. die Versetzung der Bilder der Objecte) nur in einem kleinen Raume in der Nähe der ursprünglichen Gränze der Flüssigkeiten, obgleich die Säure die oberſten Wasserschichten schon bemerkbar erreicht hat. Nach und nach erweitert sich jener enge Raum mit Abnahme der Intensität der optischen Wirkung, bis endlich nach einigen Stunden diese fast ganz verschwindet, obgleich beide Flüssigkeiten noch mehrere Monate bedürfen, um sich der Homogeneität so zu nähern, dass die

chemische Analyse keinen Gehalts-Unterschied in den verschiedenen Schichten mehr entdecke. In unserm Falle befinden sich die Luftschichten beständig in dem Zustande, der gleich nach Vollendung der Erwärmung des Haars Statt findet, und müssen also die optischen Wirkungen im Maximo liefern. Die Horizontal-Refraction zeigt diese Wirkung im Großen, welche sich von dem Beugungs-Phänomen eigentlich nur durch die Größe des Feldes, die zweifache Ursache der Aenderung des Brechvermögens, den geringern Unterschied des Brechvermögens der einander berührenden Luftschichten, und durch die in den großen Luftmassen möglichen Strömungen unterscheidet *).

5. Betrachten wir nun den Gang der Lichtstrahlen in diesen Luftschichten von verschiedener Dichtigkeit, so wird sich Folgendes ergeben. Wenn die drei in Fig. 1 Taf. III gezeichneten Lichtstrahlen *fa*, *gc*, *hi* sämmtliche Strahlen **) vorstellen, so ists klar, daß diese Strahlen, indem sie durch die Luftschichten des Raums *en* von verschiedenem Brechvermögen durchgehen, sich in

*) Sollte man gegen diese Gleichheit der Phänomene einwenden, daß die Horizontal-Refraction keine Farbensäume liefert, so erinnere ich, daß das eine im finstern Zimmer, das andere bei hellem Tage beobachtet wird. *P.*

**) Hr. Brandes hätte es mir zutrauen können, daß ich zwar nur 3 Strahlen zeichnete, aber alle übrigen darunter verstand. Wie viele sollte ich denn zeichnen? Wenn hat man einem Lehrbuche der Optik solche Vorwürfe gemacht? Solche Sachen, denke ich, verstehen sich von selbst. *P.*

einer Gegend *O* in verschiedenen Puncten durchkreuzen, und in umgekehrter Ordnung auf der Kante *EBD* abmalen müssen. Demnach, wenn *fa* den Strahlenbündel vorstellt, der zunächst am Haare vorbeigeht, so muss dieser Bündel unterhalb in, *B*, auf die Kante treffen; der mittlere Bündel *ge* kömmt weiter herauf, in *D*, und der entfernteste *hi* erhält nur eine geringe Krümmung und fällt oberhalb, in *E*. Denn jeder Strahl, welcher durch die Brechungs-Sphären kömmt, muss nach dem Gesetze der Brechung eine krumme Bahn in dieser Brechungs-Ebene beschreiben, deren Convexität gegen das Haar gekehrt ist; und da der Unterschied der Dichtigkeiten und folglich der Brechvermögen der Schichten sehr rasch abnimmt, so muss die Convexität der krummen Linie nahe am Haare auch sehr viel grösser seyn, als die der entferntern Bahnen.

6. Diese verschiedene Brechung kann nicht blos den ungefärbten Strahl treffen; sie muss sich auch an jedem einzelnen gefärbten Strahl äussern, nach Verhältniss seiner Brechbarkeit. Es muss also jeder Strahl bei seinem Eintritt in den Brechungs-Raum zerlegt werden. Dieses wird durch meinen für die ganze Farbenlehre wichtigen Versuch, den ich §. 920 meiner *theoretischen Physik* beschrieben und seit jener Zeit sehr oft mit dem herrlichsten Erfolge mittelst des Sonnenlichts wiederholt habe, vollkommen erwiesen. Betrachten wir *fa* besonders, so werden in der ersten Hälfte des Weges,

der rothe Strahl seiner geringern Brechbarkeit wegen sich näher am Haare halten, der violette sich mehr davon entfernen. Von *o* an scheint dieses noch Statt finden zu müssen; allein das Brechungs-Verhältniss dieser beiden Strahlen ist 77 : 78; dagegen ist das Verhältniss der Brechvermögen zweier dieser Luftschichten weit grösser. Daher muss die Brechung des rothen, am Haare näher vorbeistreichenden Strahls in der zweiten Hälfte der Bahn auch grösser seyn als die des violetten Strahls, so dass beide, so wie die übrigen dazwischen befindlichen Farbenstrahlen, sich in umgekehrter Ordnung auf der Kante abmalen müssen, *der rothe nach aussen, der violette nach innen.* Wo die brechenden Luftschichten aufhören, diese Ueberwucht des Brechvermögens über die relative Brechbarkeit der Farbenstrahlen zu haben, da hört auch das Phänomen der Beugung auf, Farbensäume zu liefern. Daher schon ist das Gesetz der Erwärmung der Luftschichten nichts weniger als gleichgültig; denn ein andres Gesetz als das wirkliche, ein solches, nach welchem die Dichtigkeit der Luftschichten mit der Entfernung vom Haare langsam zunähme, würde die relative Brechung der Farbenstrahlen nicht umkehren, und dann auch keine bedeutende Beugung erzeugen.

7. Die eben vorgetragenen Sätze liefern uns schon folgende Resultate, welche keine anderen sind als diejenigen, welche die Beobachtung selbst liefert: 1) Es muss hinter dem Haare ein breiterer

Schatten entstehen, als derjenige ist, den es werfen würde, wenn es von den unveränderten Sonnenstrahlen beschienen wäre. — 2) Dieser Schatten und dessen Zuwachs muss mit der Entfernung zunehmen. — 3) Es müssen an den Gränzen dieses Schattens überhaupt zwei Lichtsäume entstehen, deren jeder nahe am Schatten ein bedeutend lebhafteres Licht hat, als weiter vom Schatten ab. — 4) Wenn man einen opaken Körper bei *n* hereinschiebt, so dass ein Theil der durch den Raum *nc* durchgehenden Strahlen abgehalten wird, so müssen diejenigen Theile des Spectrum, welche dem Schatten am nächsten liegen, zuerst verschwinden, die entferntesten zuletzt, wie das Phänomen mit den zwei Messerklingen zeigt. — 5) Jeder Strahl, der in die Brechungssphäre kömmt, wird in farbige Strahlen zerlegt, und zwar sind es die brechbarsten Strahlen, welche die stärkste Beugung leiden, und umgekehrt. — 6) Wenn die Lichtsäume sich in einzelne farbige Spectra vertheilen, so müssen an jedem derselben die rothen Strahlen die äussern, die violetten die innern seyn.

8. So weit also stimmt unsre Theorie mit den Beobachtungen überein. Die Modificationen welche sich in diesen Phänomenen zeigen, nachdem man das Haar näher oder weiter von der engen Oeffnung, die das Licht einläfst, und auch die Karte näher am Haare oder weiter davon hält, entstehen vorzüglich durch die Zubeugung *(inflexio)* des Lichts. Wir betrachten jetzt nur die Abbeu-

gung (*deflexio*). Es bleibt noch übrig zu zeigen, wie bei dem aufgestellten Gesetze der Zunahme der Dichtigkeit der Luftschichten und den übrigen vorwaltenden Umständen, das abgebeugte Licht sich in abgesonderte Spectra oder Farbensäume abtheilt, wovon Hr. Brandes die Möglichkeit in meiner Theorie nicht zugiebt.

9. Man denke sich, der obigen Construction zufolge, alle Strahlen, welche zwischen *fa* und *hi* in den Brechungsraum kommen, in farbige Strahlen zerlegt. Sollten sie, wie Hr. Brandes meint, weisses Licht erzeugen, so müsten sie sich alle auf der Karte in prismatischer Ordnung rangiren, wie sie es auch thun, wenn man eine lange verticale Oeffnung im Laden des finstern Zimmers macht und die Sonnenstrahlen auf ein horizontales Prisma auffängt. Die Bedingung zur Erzeugung des weissen Lichts für diesen Fall in der Mitte des prismatischen Bildes ist, dass alle Farbenstrahlen von einer Farbe eine gleiche Brechung erleiden. Diese Bedingung aber wird nur dann erfüllt, wenn alle diese Farbenstrahlen durch ein homogenes Mittel oder durch dieselben Schichten eines an Brechvermögen ab- oder zunehmenden Mittels durchgehen. Beides aber ist im vorliegenden Phänomen der Beugung der Fall nicht. Die Strahlen, welche näher am Haare vorbeigehen, gehen durch stärker brechende Mittel und durch viel mehr Schichten derselben als die entfernten Strahlen. Folglich können die farbigsten Strahlen sich unmöglich so ord-

nen, dafs ein ungefärbtes Licht zusammengesetzt werde, sondern *es müssen nothwendig farbige Spectra entstehen, die sich um so stärker durch Intensität des Lichts und Breite unterscheiden werden, je gröſser der Unterschied des Brechvermögens ihres Medium und die Zahl der durchlaufenden Schichten ist.* Dieses zeigt wiederum die Wichtigkeit des aufgestellten Gesetzes des Brechungsvermögens der Schichten. Durch dieses Gesetz und die daraus erfolgenden groſsen Unterschiede der Brechungen ists begreiflich, dafs die Farbenstrahlen sich förmlich in Spectra isoliren, dafs sie so versetzt werden, dafs Räume, wo nicht ganz ohne Licht bleiben, doch nur höchst wenig Licht bekommen und also als Schatten erscheinen. In der folgenden Abhandlung werde ich für die Farbenringe diese Schlufsfolgen geometrisch construiren, wodurch sie an Deutlichkeit und Evidenz gewinnen werden.

10. Wir können freylich aus unsrer Theorie nicht deduciren, wie viele Farbensäume uns erscheinen müssen und wie breit sie seyn werden; und es ist nicht unwahrscheinlich, dafs der Farbensäume viel mehrere seyn möchten und von geringerer Breite. Uebrigens giebts noch drei Umstände, welche dazu beitrugen, die Versetzung der farbigen Strahlen bedeutender zu machen.

11. Der *erste* Umstand dieser Art ist die Cylindergestalt der das Haar umgebenden Luftschichten von abnehmendem Brechvermögen. Der Licht-

Strahl fa tritt in alle (oder beinahe alle) diese Luftcylinder unter allen möglichen Einfallswinkeln vom ersten an bis zu 90°. Die übrigen gehen nicht nur durch weniger Schichten, sondern da ihr erster Einfallswinkel gleich anfangs gröſser ist, so ist die Summe der Brechungswinkel bei ihnen desto kleiner je weiter sie vom Haare abstehen. Ferner, die Strahlen gehen einzeln nicht am homologen Orte des Kreises okb aus dem Brechungsraume, sondern bei einem tiefern Punkte; dadurch wird der Einfallswinkel beim Austritte gröſser als bei dem Eintritte, und diese Vergröſserung ist desto kleiner je weiter die Strahlen vom Haare abstehen *). Dieser Umstand muſs in dieser doppelten Rücksicht die ungleiche Vertheilung der einzelnen Farbenbilder vergröſsern.

Der *zweite* Umstand ist, daſs die Strahlen fa, gc, hi und die dazwischen liegenden nicht in paralleler Richtung den Brechungsraum erreichen, und zwar aus zwei Ursachen. 1) Da die ganze Sonnenscheibe Strahlen durch die kleine Oeffnung im Laden liefert, so kann man nicht annehmen, daſs lauter parallele Strahlen einfallen. Neuton hat zwar diese Divergenz zu vermeiden gesucht und dadurch sehr vermindert, daſs er das Haar in einer Distanz von 10 bis 12 Fuſs von der Oeffnung aufstellte; aber

*) Aus diesem Grund und andern können die zwei Hälften ac und cb der Trajectorien nicht symmetrisch seyn, und eben so wenig ihre Scheitel c in *einem* Radius, wie Hr. Brandes behauptet, liegen. P.

ganz vernichtet ist diese Divergenz dadurch nicht. 2) Die Strahlen, welche in der schmalen Oeffnung durchgehen, werden zum Theil in der Oeffnung selbst gebogen und schon zerlegt; man erhält also in dem Brechungsraum des Haars zweierlei Strahlen, nemlich unveränderte und gebogene, mithin verschiedene Einfallswinkel. Der *dritte* Umstand ist, dass die Oberfläche des Haars einen Theil der eintretenden Strahlen auffängt und reflectirt. Derjenige Theil derselben, welcher nahe an der Tangente durch *a* fällt, wird noch in die Bildesfläche *EB* zurückgeworfen und erzeugt eine neue Modification in der Vertheilung der einzelnen Farbenbilder.

12. Es folgt aus den Betrachtungen des vorigen §., dass so wohl die Beugung im Allgemeinen als auch die Entstehung der Farbensäume nicht Etwas constantes seyn können, dass Letztere bald mehr bald minder zahlreich seyn, dass sie in der Zahl der Farben welche sie darstellen, bedeutend variiren, dass sogar Fälle vorkommen können in welchen keine sichtbar, deutlich ausgesprochnen Farbensäume erscheinen, sondern nur Säume eines matten weisslichen Lichts. Dieses Alles bestätigt sich durch die Versuche des Engländers Jordan, wovon ein Auszug in den Annalen Bd. XVIII. S. 1. geliefert worden. Ob die höhere Analysis es vermag, sich durch dieses Labyrinth von in einander greifenden allgemeinen Ursachen und speziellen Bedingungen durchzuarbeiten, um die Zahl, Brei-

ze, Intensität und Farbengattungen der Farbensäume zu berechnen, muſs dem Urtheile unserer gröſsten Analytiker überlassen werden.

13. Es wäre nicht schwer, wohl aber langweilig, mehrere Variationen des Phänomens der Beugung nach diesen Principien zu erklären. Ich begnüge mich mit der Bemerkung, daſs nicht alle diese Variationen der eigentlichen Abbeugung, wohl aber der Zubeugung gehören. Dahin rechne ich z. B. Jordans Beobachtung (Annalen Bd. 18. S. 7. γ) der beiden durch einen weiſsen Lichtsaum getrennten Schatten des Haars in einer kleinen Entfernung vom Haare, welche beide in gröſserer Entfernung in *einen* lichtern breitern Schatten zerflossen; so auch (S. 15. ϑ.) die Beobachtung mit der Bleiplatte, hinter welcher sich, auſser den Farbenbildern der Abbeugung, noch eigene Lichtsäume im Schatten selbst zeigten.

14. Zur weitern Begründung unsrer Theorie mögen noch folgende Phänomene angeführt und erklärt werden.

a) Die stumpfe Kante eines facetirten Spiegelglases, demselben Lichte als das Haar ausgesetzt, liefert ähnliche Beugungs-Phänomene und ähnlich farbige Streifen. Es sey, Fig. II, *ADB* ein solches Stück facetirten Glases. Die Kante *D* müssen wir als ein Stück einer Cylinder-Fläche ansehen, deren Erwärmung concentrische Hüllen von ungleich erwärmter Luft bilden wird, welche sich an die geraden parallelen Luftschichten über den

ebenen Glasflächen auf beiden Seiten anschliessen werden. Es sey *XY* durch den höchsten Punkt des Cylinderstücks und senkrecht auf *AB* gezogen. Der Strahl, der in diese Linie fällt, leidet keine Veränderung, weil er auf die cylindrischen Luftschichten senkrecht fällt. Sein nächster Nachbar *ab* wird schon etwas abgelenkt und kommt nach *o*, und zwar zerlegt; der Strahl *cd* schon mehr und kommt nach *i*. Der Strahl *ef*, der an der Gränze der äussersten cylindrischen Hülle fällt, geht durch blosse Ebenen durch und erleidet die stärkste Beugung und Zerlegung; denn da ist der Einfallswinkel am grössten. Von *ef* an leiden alle übrigen Strahlen in den ebenen Luftschichten eine gleiche Beugung und Zerlegung, und können mithin nur weisses Licht erzeugen. Das zu erklärende Farbenphänomen hat also seinen Sitz zur Hälfte im Raume *Xe*, die andere Hälfte in einem gleichen Raume jenseits *XY*, und das ganze Phänomen in der Weite *fh* des äussersten Cylinderstücks, den die erwärmte Luft bildet. In diesem Raume fallen also die Lichtstrahlen unter verschiedenen Einfallswinkeln, welche von *XY* ab immer zunehmen. Ausserdem treten sie nach und nach, durch weiteres Eindringen in die Beugungssphäre, in die ebenen Luftschichten, wodurch der Brechungsunterschied sich über das arithmetische Gesetz der Einfallswinkel erhebt. Jeder einzelne Strahl wird also eine Bahn durchlaufen, deren Convexität gegen *XY* gekehrt ist, und mit der Entfernung von *XY*

zunimmt. Es werden demnach alle zerlegt und zwar nicht in solcher Ordnung, dass homogenes, weisses Licht daraus entstehen kann. Die erhaltene Richtung der Strahlen würde also in *FY* Farbenbilder liefern, welche nach aussen violet und nach innen roth wären, wenn die Strahlen ohne Modification gerade fort gingen. Allein nach Vollendung ihrer Bahn in den parallelen Luftschichten treten alle diese Strahlen ins Glas und werden daselbst gegen die Axe *XY* gebrochen, so dass sie sie durchschneiden, und auf der entgegengesetzten Seite ihre Bilder in *qp* entwerfen müssen, welche nun die rothe Seite nach der Axe *XY*, d. h. nach innen zu kehren und den halben Schatten *pOY* erzeugen.

b) Ein sehr feiner Riss auf einem gut polirten Glase, demselben Lichte als in den vorhergehenden Phänomenen ausgesetzt, liefert ähnliche Phänomene. Ein solcher feiner Riss ist eine Grube, in welcher sich ungleich erwärmte Luftschichten mit der Concavität nach aussen bilden; und es läfst sich hier, zwar etwas mühsamer, aber eben so sicher, die Bahn der Lichtstrahlen auf obige Art verfolgen und das Phänomen daraus deduciren.

c) Feine Risse auf einer fein polirten Metallplatte dem offenen Sonnenlichte ausgestellt, liefern alle farbige Bilder ins Auge von allen Farben, am stärksten diejenigen Risse welche quer gegen das einfallende Licht gekehrt sind. Noch kein Physiker hat den Versuch gemacht, dieses kleine höchst räthselhafte Phänomen zu erklären, da alle

bisherigen Beobachtungen gezeigt haben, daſs die Metallſpiegel das Licht in der Reflexion nicht zerlegen. Unſere Theorie der ungleich erwärmten Luftſchichten löſet dieſes Räthſel; das Phänomen iſt ein Brechungs-Phänomen wie die Beugung. In der kleinen Grube bilden ſich die parallelen Luftſchichten von ungleicher Dichtigkeit, durch welche der Lichtſtrahl erſt gebrochen und zerlegt, dann zurückgeworfen und wieder gebrochen wird. Dabei ſind die beiden Brechungen, vor und nach der Reflexion, wegen der Krümmung der Luftſchichten, ſehr ungleich; daher das ſo modificirte Licht kein weiſſes ſeyn kann, ſondern gefärbtes.

d) Oft findet man innerhalb einer Glasmaſſe Streifen, die ſich durch ein verſchiedenes Refractionsvermögen zu erkennen geben, und welche dann Optikern ſehr beſchwerlich fallen. Zuweilen, beſonders im gezogenen Glaſe, ſind ſie ſo ſchmal, daſs man ſie Glashaare nennt. Ein ſolcher ſchmaler Streifen liefert auch Beugung und Farbenſäume. Hier hat die Natur im Glaſe ſelbſt die Schichten von ungleichem Brechvermögen erzeugt; ein ſolches Glashaar iſt nichts als eine kleine Maſſe, welche durch Mangel an gehöriger Miſchung mehr oder weniger Alkali oder Bleyoxyd enthält als die übrige Maſſe. Indeſs konnte dieſe kleine heterogene Maſſe in der gröſsern, ſo lange beide im Fluſſe waren, nicht beſtehen, ohne ſich durch die Affinität zu miſchen, aber langſam wie es bei andern Flüſſigkeiten beobachtet wird. Es entſtanden daher

wechselseitige Schwängerungsgrade, welche das Phänomen erzeugen und die Luftschichten entbehrlich machen.

e) Newton legte das Haar seines Versuches zwischen zwei ebenen Glasplatten und liefs Wasser, auch Oehl, dazwischen fliessen, so dafs das Haar in der Flüssigkeit badete, und erhielt auch die Phänomene der Beugung, aber in geringerer Gröfse und Intensität der Farben, als wenn das Haar frei in der Luft gespannt war. Man sollte glauben, dafs, da das Dilatationsvermögen der tropfbaren Flüssigkeiten durch die Wärme so gering ist, die kleine Dilatation der das Haar umgebenden Wasser- oder Oehl-Schichten dieses Phänomen zu erzeugen nicht im Stande seyn sollte. Allein es kommt bei der Brechung des Lichts in Mitteln von verschiedener Dichtigkeit gar nicht auf die absolute Dichtigkeit oder auf den absoluten Dilatationsgrad, sondern auf den Unterschied der Dilatation zwischen einer Schicht und der nächstfolgenden an. Dieser wachsende Unterschied, d. h. das Gesetz der Dilatation, mufs in einer tropfbaren Flüssigkeit wie in einer permanent elastischen statt finden. Es würde nur der Raum, den die dilatirten Schichten einnehmen, bei gleichem Leitungsvermögen, im Wasser viel mal kleiner ausfallen als in der Luft. Dagegen aber ist das absolute Brechvermögen der Luft auch vielmal geringer als das des Wassers. So möchte sich beiderseits alles wenigstens compensiren, oder vielmehr es müfste das Beugungsphänomen im Was-

ſer und im Oehle weit gröſser und lebhafter ſeyn als in der Luft. Allein die beiden Glasplatten, welche in Neutons Apparate ſehr nahe am Haare liegen muſsten *), ſchneiden einen bedeutenden Theil der dilatirten Schichten vorne und hinten ab, ſo daſs nur ein kleinerer Raum für die Brechung der Lichtſtrahlen übrig bleibt, und folglich das Bild enger und matter werden muſs.

15. So glaube ich denn meine Theorie der Beugung völlig begründet zu haben; ſie beruhet auf zwei unumſtöſslichen Sätzen, der Erwärmung der Luftſchichten an der Oberfläche der beleuchteten Körper nach dem Geſetze der chemiſchen Wanderung, und dem Geſetze der Brechung der Lichtſtrahlen. Die daraus geſchöpften Erklärungen paſſen nicht bloſs auf das eigentliche Phänomen der Beugung in allen ſeinen Theilen, ſondern auch auf mehrere andere ihnen verwandte Erſcheinungen und auf die bisher unerklärbare Iriſation der polirten Metallplatten. Sie ſchlieſst endlich das Phänomen der Beugung an das Phänomen der horizontalen Strahlenbrechung an, von der die Beugung ein höchſt feines Miniaturbild iſt **).

*) Eine gänzliche Berührung iſt nicht möglich, da Waſſer und Oehl ſich mit ſolcher Macht zwiſchen Glas und Haar drängen, daſs kein Druck im Stande iſt es zu verdrängen. *P.*

**) Indem ich hier auf die Gleichartigkeit des Phänomens der Beugung und der horizontalen Strahlenbrechung aufmerkſam mache, darf ich dieſe Uebereinſtimmung für meine Theorie der Beugung mit deſto gröſserm Rechte

ZWEITE ABHANDLUNG.

Theorie der farbigen Ringe zwischen Glasflächen.

Ehe ich diese Theorie vortrage, kann ich nicht anders als die Bemerkung machen, daſs der Hr. Prof. Brandes S. 215 zu Anfange seiner Einwürfe mich Etwas sagen läſst, was ich nicht gesagt habe, und eine Verbesserung gibt, welche Er in §. 925 meiner theoretischen Physik hätte lesen können. Er beweiset nemlich, daſs, wenn Lichtstrahlen, auf *eine* Glasebene fallend, durch die verdünnten Luftschichten gebrochen und zerlegt werden, bei der Zurückwerfung so gebrochen werden, daſs sie alle, Farbe für Farbe, wieder parallel werden und also wieder weiſses Licht bilden müssen. Gerade das habe ich im erwähnten § gesagt, S. 232; und dennoch muthet mir Hr. Brandes den Glauben zu, daſs eine einzige Glasplatte die Farbenringe erzeugen könne. Ich sage buchstäblich das Gegentheil d. h. gerade das, was Hr. Brandes *Euclidisch* demonstrirt, wofür ich nach dem Vorhergesagten keine Demonstration für nöthig hielt.

Der Satz den Hr. Brandes in den ersten Zeilen S. 216 am angef. Orte der Annal. aufgestellt, und zu den Einwendungen gegen meine Theorie wahr-

geltend machen als ich, viel früher als Theorien der horizontalen Refraction vorhanden waren, die Theorie der Beugung gefunden hatte, welche ich seit 12 Jahren in meinen Vorlesungen vortrage. *P.*

ſcheinlich gerechnet hat, iſt in meiner theoretiſchen Phyſik S. 232 in den letzten 7 Zeilen des § 925 eben ſo klar ausgedrückt.

Es wäre mir leicht (auch Euclidiſch) zu beweiſen, daſs Hr. Prof. Brandes die Bahn der Lichtſtrahlen zwiſchen zwei geneigten Glasplatten nicht gehörig conſtruirt hat. Allein da Hr. Brandes ſelbſt ſeine Einwürfe flüchtig nennt, ſo übergehe ich dieſe Kleinigkeit, überzeugt daſs dieſer ausgezeichnete Mathematiker den kleinen Irrthum ſchon längſt eingeſehen hat.

Ich muſs nur noch, lediglich zu meiner Legitimation, bemerken, daſs der analytiſche Beweis, den Hr. Brandes von dem Satze giebt, daſs der Strahl *lm* bei ſeinem Austritte aus den Platten divergire, nur eine Zugabe zu dem ſynthetiſchen Beweiſe iſt, den ich von denſelben Satze gegeben habe. — Nun zur Sache.

1. Wenn Lichtſtrahlen auf eine Glasoberfläche fallen, zeigt die Erfahrung, daſs daſelbſt, an dieſer Oberfläche in welcher die Brechung ſtatt findet, Wärme erzeugt wird. Sobald der Lichtſtrahl ins Glas eingetreten iſt, wird er nicht mehr gebrochen. Die Verſuche des Hrn. Malus zeigen auſserdem, daſs an derſelben Oberfläche das Licht ſo modificirt wird, daſs es nun mehr oder weniger durch eine andere Glasfläche angezogen wird, und alſo in ſeinen chemiſchen Eigenſchaften eine Veränderung erlitten hat. Wir kennen ſolche Proceſſe an der hintern Glasfläche nicht; und wenn

bei dem Austreten des Lichtstrahls aus der Glasmasse ein Wärmeprocess entsteht, so kann es nur der negative des ersten seyn, d. h. Wärme-Binden.

Wir setzen hier eine völlige Durchsichtigkeit der Glasmasse voraus; ist aber die Glasmasse nicht vollkommen durchsichtig, so bindet sie innerhalb, durch ihre ganze Dicke, einen kleinen Theil des Lichtstoffs und entbindet dafür etwas Wärmestoff. Allein man würde sehr irren, wenn man annähme, dass der ganze Unterschied zwischen den eindringenden und den in der Richtung der Brechung wieder ausgehenden Strahlen verschluckt oder gebunden werde; der gröfste Theil davon zerstreut sich nach allen Richtungen als sichtbares Licht; welches deutlich daraus hervorgeht, dass man jeden Bündel von Lichtstrahlen, der durch eine Glas- oder Wasser-Masse durchgeht, seitwärts betrachtet, als einen leuchtenden Körper sieht; ein Phänomen welches nicht statt finden könnte, wenn nicht ein bedeutender Theil des Strahlenbündels von seiner durch die Brechung erhaltenen Richtung im durchsichtigen Mittel selbst nach allen Richtungen entlockt würde *). Der kleine Antheil von Wärme, der sich durch die Bindung der höchst geringen Lichtmenge innerhalb der Glasmasse entwickelt, erwärmt diese Glasmasse gleichförmig, und also auch die Luft an beiden entgegengesetzten Oberflächen gleich. Mithin kann diese Erwärmung

*) Dieses Phänomen wird in der folgenden Abhandlung genauer analysirt werden. *P.*

keinen Unterschied in der Brechung der Lichtstrahlen hervorbringen, weder an einer einzigen Glasplatte, noch wenn man zwei derselben mit einander combinirt. Wir haben es also nur mit derjenigen Wärme allein zu thun, welche an den Eintrittsflächen entwickelt wird. Und da ich schon in der theoretischen Physik gezeigt habe, daſs eine einzelne Platte den Parallelismus der Lichtstrahlen nach der Zurückwerfung (in Bezug auf die einfallenden Strahlen) zu stören nicht vermag, so haben wir es blos mit der obern Fläche der untern Platte in Rücksicht auf Wärme-Erzeugung zu thun. Die untere Fläche der obern, gegen die untere Platte, geneigten, Ebene, thut weiter nichts im Phänomene der Farbenringe, als die Schichten der durch die untere Platte erwärmten Luft zu begränzen.

2. Zuvörderst müssen wir diese Luftschichten in Betreff ihrer Temperatur genauer betrachten. Es sey, Fig. III, *ACB* der Winkel, den die obere Fläche *AC* der untern Platte mit der untern Fläche *BC* der obern Platte macht, und *ab* die Gränze, bis zu welcher die für dieses Phänomen noch merklich erwärmten Luftschichten reichen, so wird *bCc* der Raum seyn, in welchem die Farbenringe möglich sind, und *Cc* die Fläche, auf welcher sie uns erscheinen, da im Raume jenseits *bc* die Brechung nur weiſses Licht erzeugen kann. Daraus ists schon klar, daſs, *bei gleicher absoluten Höhe b c des Brechungsraumes, das Feld der Farbenringe desto gröſser seyn muſs, je kleiner der Winkel*

C ist. Ein Satz, der durch die wirkliche Weite des Feldes aller Farbenringe unter verschiedenen Umständen, nach der Krümmung der Objectivgläser, der Prismen und der Platten, völlig bestätigt wird. Indem nun die auf *Cc* entwickelte Wärme sich nach den obern Schichten verbreitet, stöfst sie desto früher an die obere Platte *BC*, je näher an *C* der Punct ihrer Entwickelung ist; diese obere Platte, nicht nur als schlechter Leiter, sondern vorzüglich als eine in Bezug auf die Luft heterogene Substanz (§. 717 der theoret. Physik), hält die Ausbreitung der Wärme auf. Diese aufgehaltene Wärme erhöht die Temperatur der Luftschichten bei *bC*, so dafs das Gesetz der Wärmeabnahme von *cC* an minder convergiren wird, und je näher an *C*, desto weniger. Folglich wird der Temperatur- und Dichtigkeits-Unterschied desto kleiner seyn, je näher man an *C* anrückt, und ganz in *C* mufs er $=0$ seyn. Folglich nimmt auch das Brechungs-Vermögen aller dilatirten Luftschichten von *bc* an nach *C* ab. Da ausserdem der brechenden Schichten immer weniger sind, je näher man an *C* anrückt, *so mufs die Brechung der Lichtstrahlen und ihre Zerstreuung von bc an nach C abnehmend, oder von C an nach bc zunehmend seyn.* Die angebrachten Schattirungen geben ein sinnliches Bild der Dichtigkeits-Zunahmen der Luftschichten im ganzen Brechungsraume. Bei convexen Oberflächen sind diese Dichtigkeits-Zunahmen, so wie die Höhen des Brechungsraums, noch mehr

unter sich verschieden, folglich auch die Brechungen und Zerstreuungen der Lichtstrahlen.

3. *Wenn ein Lichtstrahl unter irgend einem, gleichviel welchem, Einfallswinkel bei d in den Brechungsraum tritt, so wird, der allgemeinen Brechung unbeschadet, und vermöge des Brechungsgesetzes der farbigen Strahlen, der violette Strahl, als derjenige, welcher die gröſste Brechfähigkeit hat, sich mehr nach C wenden, als alle übrigen, und der vorher ungefärbte Strahl wird zerlegt, und die Reihe der gefärbten Strahlen wird seyn, wie die Figur sie zeigt, nämlich von C nach A violet, grün, roth, und die übrigen dazwischen in ihrer Ordnung.* Dieser Satz bedarf keines Beweises; man braucht nur sich das Perpendikel durch *d* auf *AC* zu denken.

4. Ehe ich weiter gehe, muſs ich über das Phänomen selbst der Farbenringe zwei factische Bemerkungen machen. *Erstens:* Newton sagt, daſs bei den reflectirten Bildern nach dem schwarzen Flecken der Mitte ein blauer Ring folge, zwischen dem schwarzen Flecken und dem darauf folgenden weiſsen breiten Ringe. Man sehe sein Schema der Farbenfolge. Ich habe diesen blauen Ring niemals gesehen, so oft ich auch beobachtet und ausdrücklich ihn gesucht habe. Sollte Newton nicht die, immer nicht reine, Gränze zwischen Schwarz und Weiſs für blau genommen haben? Newton brauchte zu diesen Beobachtungen vorzüglich zwei Objective (es waren wohl seine gröſsten), deren Eins plan-

convex war, mit einer Focalweite von 14 Fuſs, und das andere convex-convex von 50 Fuſs Focalweite. Ich habe zu meinen Beobachtungen vorzüglich zwei Objective gebraucht, deren eins planconvex iſt, mit einer Focalweite von 50 Fuſs, und das andere gleichfalls planconvex mit einer Focalweite von 100 Fuſs. Das gröſsere Objectiv Newtons kömmt in Rückſicht der Krümmung mit meinem Objectiv überein; allein ſein kleineres Objetiv hat eine beinahe 4 Mal ſo ſtarke Krümmung als mein kleines Objectiv. Mithin müſſen meine Bilder viel gröſser geweſen ſeyn, als die Newtons, wenn Newton und ich beide Krümmungen brauchten. Auch habe ich mit Loupen von verſchiedener Stärke jede einzelne Farbe ſorgfältig beobachtet; ſo daſs ich verſichert ſeyn kann, daſs Newton in dieſen Beobachtungen getäuſcht worden iſt. — *Zweitens:* Bei den Bildern, welche mittelſt des durchgehenden Lichts entſtehen, (die ich auch mittelſt der Argand'ſchen Lampe durch zwei Prismen deutlich auf weiſses Papier entwerfe,) habe ich nicht die entgegengeſetzte Farbenfolge von der der reflectirten Bilder beobachtet, welche Newton in ſeinem Schema angiebt, ſondern völlig dieſelbe, welche die reflectirten Bilder liefern, mit der Ausnahme der Mitte, wo Weiſs an die Stelle des Schwarzen tritt. In dieſem durchgehenden Bilde iſt der mittlere weiſse Fleck ganz beſtimmt mit einem leicht orangenen Ringe begränzt, der ſich in einen dunkeln Ring verliert, welcher äuſserlich von einem blauen Ringe begränzt iſt,

der den Anfang der übrigen farbigen Ringe macht, deren Ordnung von hier an völlig dieselbe ist, als die der reflectirten Bilder.

5. Es sey, Fig. IV, *ACB* und *DCE* der vertikale Durchschnitt des Raums zwischen zwei Objectivgläsern, in welchen die Zerlegung des auffallenden Lichts Statt findet, und *ab* ein solcher Strahl, so muss, nach §. 3, der violette Strahl *bv* gegen die Mitte *C* zu fallen, die übrigen in der gezeichneten Ordnung, grün, roth. Dasselbe gilt von dem Strahle *a'b'* auf der andern Seite; und gleichfalls wenn man einen vertikalen Durchschnitt nimmt, der mit diesem einen rechten Winkel macht. Kurz, von allen Seiten her müssen die in der Richtung *ab*, *a'b'* fallenden Strahlen so zerlegt werden, dass die violetten Strahlen gegen die Mitte zu, die rothen gegen die Peripherie zu liegen. Haben diese farbigen Strahlen die Fläche *BC* erreicht, so werden sie zurückgeworfen, und gingen sie durch Luftschichten von gleichem Brechvermögen als bei ihrem Eintritte durch, so würden sie ihre ursprüngliche Parallelirung wieder erhalten. Allein die Luftschichten zwischen *rgv* und *e* haben ein geringeres Brechvermögen als die zwischen *rgv* und *b*; folglich müssen die Strahlen *rr*, *gg*, *vv* divergiren. Dasselbe wird mit den Strahlen *v'v'*, *g'g'*, *r'r'* seyn, welche von dem Strahle *a'b'* kommen; denn die schon divergirenden Strahlen *b'v'*, *b'g'*, *b'r'* werdurch ihren Eintritt in die Schichten zwischen *v'g'r'* und *e'* noch divergirender. Vergleicht man die Di-

vergenzen der nach d und d' zurückgeworfenen farbigen Strahlen für die Stellen *rgv*, *v'g'r'*, welche von C gleich weit entfernt sind, so wird man sie beiläufig gleich finden. Denn die erste ist in der ersten Brechung grösser als die zweite; aber in der zweiten Brechung ist die erste vermindert, die zweite aber vergrössert.

Es folgt aus dieser geometrischen Betrachtung, dass, *wenn Farbenringe zwischen zwei regulären krummen Oberflächen entstehen, die Farbenordnung von dem Mittelpuncte aus seyn wird: violet, blau, grün, gelb, orange, roth; so wie auch, dass die scheinbare Breite der Ringe in allen Puncten jedes Ringes gleich seyn muss.*

6. Es bleibt uns nun folgende wichtige Frage zu beantworten: *Wie können die farbigen Bilder rgv und v'g'r', welche rund um C entstehen, abgesonderte Farbenringe bilden?* Der Grund, die wirkende Ursache zu dieser Abtheilung liegt darin, dass das progressive Vorrücken dieser Bilder, in so fern sie von parallelen Strahlen *ab*, *pq* entstehen, nicht eine arithmetische Reihe bildet, so dass die auf einander fallenden und immer vorwärts geschobenen Bilder nicht homogenes weisses Licht durchaus bilden können, und dass diese Vorrückung der Bilder noch dadurch vergrössert wird, dass Strahlen *ab*, *pq*, *a'b'*, unter sehr verschiedenen Winkeln in den Brechungsraum fallen. Folgende geometrische Construction enthält die ausführliche Beantwortung obiger Frage.

7. Es sey, Fig. V, AC die obere Fläche des untern Objectivs, C der Mittelpunct, B der Punct, wo diese Oberfläche die untere des obern Objectivs zu berühren aufhört, und also BC die halbe Weite des Brechungs-Raumes; CD die Axe beider Objective, BE mit CD parallel. Es sey ferner ba ein natürlicher Lichtstrahl, der bei a in den Brechungsraum tritt, rv sein farbiges Bild auf der Fläche AC. Man denke sich unzählige parallele Strahlen $b'a'$ nach C zu, welche ihre farbigen Bilder von r an fortschreitend auf AC entwerfen; wir können diese Bilder durch die Parallellinien $r'v'$, $r''v''$ vorstellen. Da das Brechvermögen der Luftschichten von A nach C abnehmend ist, so müssen diese Bilder von A nach C an Länge immer abnehmen, und da bei B die Strahlen ab, $a'b'$ schon ungebrochen durchgehen, so muss die Länge des Farbenbildes des letzten gebrochnen Strahls unendlich klein seyn. Da ferner die Abnahme der Brechung nicht arithmetisch fortläuft von A nach B, sondern in einer convergirenden Reihe, so müssen die Linien rv, $r'v'$, $r''v''$ an ihren Endpuncten zwei krumme Linien $rstE$ und $vxyE$ bilden, welche im Puncte E auf der Linie BE zusammenfallen, und deren Krümmungen also ungleich sind. Ziehen wir aus v das Perpendikel vo, so wird sich ergeben, dass im Puncte v alle prismatischen Farben vereinigt sind, und es wird von r an eine Farbenreihe angehen, welche mit Roth anfängt und sich in Weiss endigt. Von vo aus nach C haben wir weiterhin auch alle pris-

matische Farben in allen beliebigen Puncten p, q etc. bis B, und so scheint also vom Puncte v an nur die weisse Farbe fortan zu entstehen, welche bei B mit einem blau-violetten Saum endigt *), und so die Möglichkeit der abgesonderten Ringe zu verschwinden. Allein, wenn reines Weiss entstehen soll, so ists nicht genug, dass alle prismatische Farben sich vereinigen, sondern es muss das gehörige prismatische Verhältniss derselben Statt finden. Dieses ist aber der Fall hier nicht, weil die Enden der einzelnen Farbenbilder rv die eben beschriebenen krummen Linien von ungleicher Krümmung bilden. Wir können also nicht von v an ein ununterbrochenes Weiss erhalten, sondern die Farbe muss auf der Fläche AB von Roth zu Violet in gewissen Abtheilungen, welche die Natur der krummen Linien bestimmt, abwechseln.

8. Wir wollen uns die Sache vollkommen einleuchtend machen. Wenn die Farbenbilder rv alle gleiche Räume einnehmen würden, so würden ihre Enden zwey Parallelinien rF und vG erzeugen, folglich über die ganze Fläche AB reines Weiss ausbreiten, das links mit einem rothen und gelben Saume und rechts mit einem blauen und violetten Saume begränzt wird. Auch diess würde noch der Fall seyn, wenn die Breite der Bilder rv genau arithmetisch abnähme. Denn es sey, Fig. VI, AB das Farbenbild des ersten Strahls, welches wir

*) Diess ist die Behauptung des Hrn. Prof. Brandes. P.

der Kürze wegen blos aus den Grundfarben roth, gelb und blau, wollen bestehen lassen, so werden die Enden der folgenden Farbenbilder (welche parallele Strahlen liefern) sich in den geraden Linien *AQ* und *BQ* befinden; so auch die Enden der einzelnen Farben in geraden Linien, welche in *Q* zusammenlaufen. Zieht man nun die vertikalen *BC, DE, FG* etc., so werden ihre Theile *Ba, ae, eC* überall das nämliche Verhältniss haben. Folglich wird in jedem Puncte *P, R, S, T* etc. der Oberfläche *AX* das prismatische Verhältniss der Farben vorhanden seyn, welches Weiss erzeugt, die beiden Endsäume ausgenommen. Dieses erklärt den Erfahrungssatz, dass, *wenn man zwei ebene Glasflächen um einen äusserst kleinen Winkel gegen einander neigt, keine Farbenringe entstehen.* Dieser Satz, den die Theorie und meine Versuche gleich bündig aussprechen, ist ein unwiderlegbarer Beweis gegen Newtons Hypothese und alle ähnliche, welche die Farbe aus der Dicke der zwischen den Gläsern enthaltenen Materie entstehen lassen.

Denkt man sich aber die Geraden *AQ* und die übrigen bis *BQ* als Curven, so wird das prismatische Verhältniss offenbar gestört; die rothen Strahlen rücken offenbar mehr gegen *C* als die blauen, und zwar nach einem immer wechselnden Verhältnisse. Folglich muss immer, nach einer freilich grossen Anzahl von Versetzungen, ein Punct auf *AX* mehr roth, ein andrer mehr gelb und ein

andres mehr blau haben, als zur Bildung des Weifsen erforderlich ist *). So müssen also die Farbenwechsel entstehen, welche sich als Ringe darstellen. Aber wenn nur parallele Strahlen *ba* einfielen, so würden diese Ringe, ihrer geringen Intensität wegen, das Gesicht fast unmerklich afficiren und also kaum sichtbar seyn, und die ganze Fläche *AB*, Fig. V, würde schmuzig weifs mit blofsen sehr leichten farbigen Undulationen erscheinen.

9. Es sey nun *da* ein anderer Strahl, der unter einem andern Einfallswinkel in den brechenden Luftmeniscus tritt; denken wir uns unzählige solche, welche parallel mit *da* längs *XY* einfallen und ihre Farbenbilder $r'''v'''$ auf *AB* entwerfen, so ists klar, dafs die Enden dieser (in gleicher Distanz unter einander gezeichneten) Bilder zwei neue krumme Linien $r'''mmH$ und $v'''nnH$ erzeugen werden, welche ebenfalls in der Linie *BC* zusammenstofsen und ungleiche Krümmungen haben. Sie werden also für sich eine neue Folge von schwachen farbigen Ringen, wie die vorhergehenden, erzeugen. Zwischen *ab* und *ad* befinden sich noch unzählige Strahlen weifsen Lichtes, welche unter allen innerhalb des Winkels *dab* möglichen Richtungen in den Brechungs-Meniscus fallen, deren

*) Die grofse Anzahl solcher einzelnen Bilder, deren Versetzung nöthig ist, um eine Abwechselung zu erzeugen, ist keine Einwendung; es läfst sich leicht beweisen, dafs auf der Länge eines Zolls über 666000000 Bilder wie *AB* Raum haben. *P.*

jedem ſein eigenes Paar Curven zukommen. Die daraus entſtehenden Bilder der verſchieden geneigten Strahlen bilden alſo ein Continuum von Bildern, worin einerſeits die rothe, andrerſeits die violette Farbe als Gränze prädominirt, wodurch die Farbenringe die ihnen eigenthümliche Lebhaftigkeit erhalten.

10. Wir haben in der vorigen Analyſe die einfallenden weiſsen Strahlen, Strahl für Strahl, durchgegangen und von dem aus jedem einzelnen entſtandenen Bilde Rechenſchaft gegeben. Um die Entſtehung der Abtheilung dieſer Bilder in förmliche abgeſonderte Ringe noch klarer darzuſtellen, wollen wir den ganzen Bündel *bad* convergirender Strahlen zuſammenfaſſen und ihn längs YX in parallelen Lagen vervielfältigen. Ein ſolcher Bündel wird ein förmliches ſichtbares *prismatiſches* Bild rv liefern, das mit Roth anfängt und mit Violet endigt. Wäre nun das Brechvermögen in der ganzen Länge aX gleich, ſo würde ein einziges groſses weiſses Bild entſtehen, das mit einem rothen Saume anfinge und mit einem violetten endigte, weil alle prismatiſche Bilder um gleichviel vorrücken, und alſo nach einer gewiſſen Anzahl von Wiederholungen derſelben alle Farben im prismatiſchen Verhältniſſe auf jeden Punct fallen würden. Rücken aber die einzelnen prismatiſchen Bilder in abnehmender Progreſſion vor, ſo wird das Bild früher beendigt als in r, und es muſs ein [illegible] anfangen, und je ſchneller das Geſetz der Ab-

nahme der Brechung convergirt, desto schneller muſs das Bild mit seinen Säumen vollendet seyn.

Es sey nun ZyX eine Curve, deren Ordinaten rl das Brechungsverhältniſs von a nach X vorstellen, und die man als die Evolution der Curve $rstE$ ansehen kann; es sey Xu ein Stück derselben, dessen Ordinaten sehr nahezu arithmetisch zunehmen, so wird auf der correspondirenden Weite Bq ein Bild entstehen, das an den Rändern farbige Säume haben, aber innerhalb fast ganz weiſs seyn wird. Ein zweites Stück ux, welches aber weit kürzer seyn wird, (wenn dessen Ordinaten beinahe arithmetisch wachsen sollen,) wird ein zweites solches Bild in qp liefern, in welchem das scheinbare Weiſse nach Verhältniſs der Säume schmaler und minder rein seyn wird. Ein drittes, noch kürzeres Stück xy der Curve ZX wird ein noch kürzeres Bild derselben Art in pw liefern, wo das Weiſse noch schmaler und unreiner seyn wird; und so fort bis zu Ende des Brechungsraumes, so daſs die neuen Farbenringe sehr bald gar kein Weiſs mehr zeigen, sondern das ganze Bild aus den immer mehr zusammengedrängten prismatischen Farben bestehen muſs. Es ist klar, daſs die Puncte u, x, y etc. nicht leicht sich angeben lassen, in welchen die Gränzen der Bilder sich befinden. Sie werden wahrscheinlich durch die Unvollkommenheit der Schleifung der Objective modificirt. Denn wenn die Curve ZX die des Objectivs vorstellt, so ists begreiflich, daſs nicht alle Theile der Krümmung

vollkommen ſphäriſch ſeyn werden, und daſs alſo kleine Abweichungen hier, wo es auf äuſserſt kleine Unterſchiede ankömmt, merkliche Wirkungen erzeugen müſſen. Die ſehr groſsen Veränderungen, welche durch das Zuſammenpreſſen und alſo Krümmen der Objective, ſowohl am Orte der Gränzen der Bilder als in ihrem Durchmeſſer entſtehen, zeugen für dieſen Umſtand. Indeſs will ich nicht damit geſagt haben, daſs dieſer Umſtand allein die Trennung der Bilder erzeuge, ſondern nur daſs er ſie befördere; dieſe Trennung muſs Statt finden, auch wenn die Curve *XZ* mathematiſch regulär wäre.

11. Die Farbenringe entſtehen alſo urſprünglich aus der ungleichen Ausbreitung der Farbenſtrahlen auf *AC*, und ihre Sichtbarkeit aus den verſchiedenen Einfallswinkeln der noch unzerlegten Strahlen. Wäre jene Ungleichheit der Ausbreitung der Farbenſtrahlen nicht, ſo wäre die Erzeugung der Farbenringe unmöglich, wenn auch noch ſo viel ungefärbtes Licht unter allen möglichen Winkeln einfiele, weil jede Reihe von parallelen Strahlen (in welche ſich alle einfallende Strahlen eintheilen lieſsen) nur weiſses Licht erzeugen könnte, da die Enden der farbigen Bilder zwiſchen Parallellinien *rG* und *vF* ſich befinden, oder ein Dreyeck bilden würden, wenn die Brechung im arithmetiſchen Verhältniſſe abnähme [illegible] X eine gerade Linie wäre. Und wäre nur das [illegible] einfallende Licht da, ſo würden die Ringe ſo [illegible] ſeyn, daſs man ſie nicht warhnehmen würde;

der totale Eindruck wäre der einer unreinen weiſsen Farbe. Aber durch die Vereinigung der beiden Umstände, nämlich der ungleichen Ausbreitung der farbigen Bilder der parallelen Strahlen und der verschiedenen Einfallswinkel der ungefärbten Strahlen, welche ſich am Eingange des Brechungsraumes durchkreuzen und von da aus eine Folge verſchobener prismatiſcher Farbenbilder erzeugen, wird das Phänomen möglich und nothwendig.

12. In dieſer Conſtruction des Phänomens der Farbenringe habe ich die Ringe als weiſse Bilder betrachtet, welche Farbenſäume haben, und es folgt, daſs das Weiſse nirgends rein ſeyn kann, ſondern daſs die Farben ſich in abnehmender Intenſität von den Gränzen des Bildes an bis zu ſeiner Mitte erſtrecken. Dieſes iſt buchſtäblich wahr, und zeigt ſich ganz deutlich, wenn man die Farbenringe zwiſchen den Oberflächen zweier Prismen entſtehen läſst. Ich habe zwei Prismen von 4 Zoll Länge, deren krumme Oberflächen auf dieſer ganzen Länge die Ringe mit groſsem Farbenglanze erzeugen. Ich habe ihrer bis 40 gezählt. Der gröſsere Durchmeſſer des mittlern ſchwarzen Flecks geht bis 6‴, die gröſsere Breite des darauf folgenden ſogenannten breiten weiſsen Ringes beträgt etwa 4‴; dann folgen die zwei entgegengeſetzten Säume, der rothe und gelbe als äuſsere Gränze des breiten weiſsen Ringes, und dann der violette blaue des zweiten weiſsen Ringes, welche beide Gränzſäume den

ſogenannten farbigen Ring bilden. Aber in allen den weiſsen Ringen iſt die Gränze von beiden Seiten einflieſsend. Nur an dem erſten ſogenannten breiten weiſsen Ringe ſieht man die äuſsere Gränze einflieſsen, weil die violettblaue in den Raum *BC* fällt. Braucht man die Loupe, um die Farbenringe zu betrachten, ſo ſieht man deutlich, wie die beiden Farbenſäume in den erſten 4 bis 5 Ringen über das Weiſse hinweg einander gleichſam die Hand bieten. Daſſelbe, nur in kleinern Räumen, habe ich mit meinen beiden groſsen Objectiven beobachtet, und es iſt merkwürdig, daſs, wenn man dieſe Ringe mit bloſem Auge in nicht gar zu groſser Nähe betrachtet, weiſse Ringe zwiſchen den (ſehr ſchmal vorkommenden) farbigen erſcheinen; aber mit der Loupe treten die Farbenſäume wieder über die ganze Breite des Ringes vor. — Das beſondere Phänomen, daſs die Farbenringe zwiſchen den Objectiven, vom 3ten Ringe an gerechnet, nur die Farben grün und roth zeigen, erklärt ſich aus obiger Theorie ſehr leicht. Die Farbenringe ſind nach derſelben zuſammengedrängte weiſse Bilder mit farbigen Rändern; werden ſie ſo weit gedrängt, daſs das Weiſs ganz verſchwindet, ſo hat man blos die Ränder mit allen Farben. Werden ſie noch mehr gedrängt, ſo ſcheint es, als ob das Grün [illegible] ſchwinden ſollte. Allein das Drängen der [illegible] die Enge geſchieht durch die Uebereinan[illegible] der einzelnen Farbenbilder *rv*, Fig. V; [illegible] Grün vertheilt ſich alſo an verſchie-

denen Stellen, und wird dadurch unſichtbar; aber dafür treten die blauen und gelben Strahlen an eine Stelle, und erzeugen wieder das Grün, freilich ein andres als das einfache prismatiſche Grün. Es zeigt ſich aber auch unter der Loupe verſchieden, indem es, beſonders am Rande, bläulicher iſt als das prismatiſche Grün. Die Prismen zeigen dieſe Entſtehung des Grün noch deutlicher. Das Roth prädominirt auf der andern Seite deswegen, weil die Ringe an ihrer Gränze zuſammenlaufen, das Violet des einen auf das Roth des andern fällt. In der That iſt auch das Roth dieſer Ringe nicht das reine prismatiſche Roth, ſondern mit Blau tingirt, und die Loupe zeigt wenigſtens bis zu dem 4ten Ringe den Reſt des Violet, das noch nicht übergreift.

13. Wenn man das obere Objectiv allmählig hebt, ſo verſchwindet der ſchwarze Fleck der Mitte nach und nach ganz, und man hat einen weiſsen Flecken an deſſen Stelle; dann wird dieſer weiſse Fleck enger und färbt ſich gelb, orange, dann roth, dann blau, dann violet, unter beſtändiger Vermengung aller Ringe. Es iſt als ſtürzten mit Gewalt alle Farben abwechſelnd in den Mittelpunct, um dort wie in einem Abgrunde zu verſchwinden. Dieſe Reihe von Phänomenen erklärt ſich dadurch, daſs bei paralleler Hebung des oberen Objectivs der Zwiſchenraum bei X oder BC, und mithin durch den ganzen Brechungsmeniscus, gröſser, und dadurch der Einfluſs der untern Fläche der obern

Platte zur Störung des Erwärmungs-Geſetzes geringer wird, und alſo die Brechung im Ganzen und beſonders in der Nähe der Mitte zunimmt; dadurch gewinnt die ganze Curve *ZX* an Krümmung, am meiſten aber in den der Mitte näher liegenden Gegenden. Durch dieſe Zunahme an Krümmung oder Abnahme des Radius vector muſs überall, am meiſten aber gegen die Mitte, der weiſs erſcheinende Theil der Ringe ſchmäler werden, und am Ende ſogar nahe an der Mitte ganz verſchwinden.

14. Ich halte es für überflüſſig, die weitere Uebereinſtimmung des Phänomens der Ringe mit der obigen Conſtruction, in Betreff der Anzahl, Breite, Farbenverhältniſſe und Intenſität des Lichts zu verfolgen. Ein Blick einerſeits auf dieſe einzelnen Theile dieſes Phänomens, und andererſeits auf die Curven *ZX* und *rstE*, *vxyE*, *r'''mmH* etc. iſt hinreichend, um dieſes alles zu erklären. Ich werde eben ſo wenig das wiederholen, was über den Einfluſs äuſserer angebrachter Wärme nach den Verſuchen des Abts M a z e a s und den meinigen in meinem Grundriſſe der Phyſik geſagt iſt, und als Beſtätigung der obigen Theorie dienen kann.

15. Wir haben bis jetzt uns die reflectirten Farbenringe zum Gegenſtande unſrer Betrachtung gemacht. Wir wollen nun einen Blick auf die *durchgehenden Ringe* werfen. Es iſt ſchon (§. 4) b[illegible]kt worden, daſs dieſe Ringe im Ganzen [illegible] Farbenreihe darſtellen, als die reflectir-

ten *). Der einzige Unterschied befindet sich in der Mitte. Dort ist an die Stelle des schwarzen Flecks ein weisser getreten, welches leicht begreiflich ist, da jener schwarze Fleck dadurch entstand, dass am Orte der Berührung der Glasflächen die Lichtstrahlen unzerlegt durchgingen. Aber um

*) Diese Gleichheit der Farbenfolge bestätigt sich durch alle Farbenänderungen. Denn wenn man das obere Objectiv lüftet, um Farben an die Stelle des mittleren dunkeln Fleckens treten zu lassen, so zeigen die durchgehenden Bilder in der Mitte dieselbe Farbe als die reflectirten, wenn man nämlich beide Arten der Bilder unter gleichen Winkeln beobachtet. Diese Gleichheit der Beobachtungswinkel ist deswegen nöthig, weil, wenn man diese Farbenringe mit den farbigen mittleren Flecken unter immer wachsenden Winkeln des Auges mit dem Perpendikel beobachtet, die Farbenringe nicht nur erweitert werden, sondern auch, die Mitte mit eingerechnet, ihre Farben wechseln, deren Folge von der Mitte nach aussen übrigens nicht gestört wird. Bedürfte man noch eines Beweises gegen die Newton'sche Hypothese, so würde dieses Factum allein schon sie widerlegen. — An dieses Phänomen reihet sich folgendes an: Wenn man zwei Objective so zusammendrückt, dass der mittlere schwarze Fleck eben verschwindet, so nimmt die gelbe Farbe dessen Stelle ein, deren Mitte sehr blass ist und gegen die Ringe orange. Dies ist der Fall für reflectirte und durchgehende Bilder zugleich, wenn man nämlich das Bild unter einem Winkel von etwa 30° beobachtet. Senkt man aber das Auge, so dass der Winkel, unter dem man beobachtet, grösser wird, so erscheint im reflectirten Bilde der schwarze Fleck anfangs sehr klein, dann immer grösser, je tiefer man das Auge senkt. Zugleich erscheint im durchgehenden Bilde der weisse Fleck auf dieselbe Art, nämlich mit dem Beobachtungswinkel zunehmend. Ein Blick auf die Curven *rstE*, *vxyE*, Fig. V, erklärt dieses und das vorige Phänomen leicht. *P.*

der Kürze wegen blos aus den Grundfarben roth, gelb und blau, wollen bestehen lassen, so werden die Enden der folgenden Farbenbilder (welche parallele Strahlen liefern) sich in den geraden Linien *AQ* und *BQ* befinden; so auch die Enden der einzelnen Farben in geraden Linien, welche in *Q* zusammenlaufen. Zieht man nun die vertikalen *BC*, *DE*, *FG* etc., so werden ihre Theile *Ba*, *ae*, *eC* überall das nämliche Verhältniss haben. Folglich wird in jedem Puncte *P*, *R*, *S*, *T* etc. der Oberfläche *AX* das prismatische Verhältniss der Farben vorhanden seyn, welches Weiss erzeugt, die beiden Endsäume ausgenommen. Dieses erklärt den Erfahrungssatz, dass, *wenn man zwei ebene Glasflächen um einen äusserst kleinen Winkel gegen einander neigt, keine Farbenringe entstehen.* Dieser Satz, den die Theorie und meine Versuche gleich bündig aussprechen, ist ein unwiderlegbarer Beweis gegen Newtons Hypothese und alle ähnliche, welche die Farbe aus der Dicke der zwischen den Gläsern enthaltenen Materie entstehen lassen.

Denkt man sich aber die Geraden *AQ* und die übrigen bis *BQ* als Curven, so wird das prismatische Verhältniss offenbar gestört; die rothen Strahlen rücken offenbar mehr gegen *C* als die blauen, und zwar nach einem immer wechselnden Verhältnisse. Folglich muss immer, nach einer freilich grossen Anzahl von Versetzungen, ein Punct auf *AX* mehr roth, ein andrer mehr gelb und ein

andres mehr blau haben, als zur Bildung des Weiſsen erforderlich iſt *). So müſſen alſo die Farbenwechſel entſtehen, welche ſich als Ringe darſtellen. Aber wenn nur parallele Strahlen *ba* einfielen, ſo würden dieſe Ringe, ihrer geringen Intenſität wegen, das Geſicht faſt unmerklich afficiren und alſo kaum ſichtbar ſeyn, und die ganze Fläche *AB*, Fig. V, würde ſchmuzig weiſs mit bloſsen ſehr leichten farbigen Undulationen erſcheinen.

9. Es ſey nun *da* ein anderer Strahl, der unter einem andern Einfallswinkel in den brechenden Luftmeniscus tritt; denken wir uns unzählige ſolche, welche parallel mit *da* längs *XY* einfallen und ihre Farbenbilder $r'''v'''$ auf *AB* entwerfen, ſo iſts klar, daſs die Enden dieſer (in gleicher Diſtanz unter einander gezeichneten) Bilder zwei neue krumme Linien $r'''mmH$ und $v'''nnH$ erzeugen werden, welche ebenfalls in der Linie *BC* zuſammenſtoſsen und ungleiche Krümmungen haben. Sie werden alſo für ſich eine neue Folge von ſchwachen farbigen Ringen, wie die vorhergehenden, erzeugen. Zwiſchen *ab* und *ad* befinden ſich noch unzählige Strahlen weiſsen Lichtes, welche unter allen innerhalb des Winkels *dab* möglichen Richtungen in den Brechungs-Meniscus fallen, deren

*) Die groſse Anzahl ſolcher einzelnen Bilder, deren Verſetzung nöthig iſt, um eine Abwechſelung zu erzeugen, iſt keine Einwendung; es läſst ſich leicht beweiſen, daſs auf der Länge eines Zolls über 666000000 Bilder wie *AB* Raum haben. *P.*

keinen Unterschied in der Brechung der Lichtstrahlen hervorbringen, weder an einer einzigen Glasplatte, noch wenn man zwei derselben mit einander combinirt. Wir haben es also nur mit derjenigen Wärme allein zu thun, welche an den Eintrittsflächen entwickelt wird. Und da ich schon in der theoretischen Physik gezeigt habe, dass eine einzelne Platte den Parallelismus der Lichtstrahlen nach der Zurückwerfung (in Bezug auf die einfallenden Strahlen) zu stören nicht vermag, so haben wir es blos mit der obern Fläche der untern Platte in Rücksicht auf Wärme-Erzeugung zu thun. Die untere Fläche der obern, gegen die untere Platte, geneigten, Ebene, thut weiter nichts im Phänomene der Farbenringe, als die Schichten der durch die untere Platte erwärmten Luft zu begränzen.

2. Zuvörderst müssen wir diese Luftschichten in Betreff ihrer Temperatur genauer betrachten. Es sey, Fig. III, *ACB* der Winkel, den die obere Fläche *AC* der untern Platte mit der untern Fläche *BC* der obern Platte macht, und *ab* die Gränze, bis zu welcher die für dieses Phänomen noch merklich erwärmten Luftschichten reichen, so wird *bCc* der Raum seyn, in welchem die Farbenringe möglich sind, und *Cc* die Fläche, auf welcher sie uns erscheinen, da im Raume jenseits *bc* die Brechung nur weisses Licht erzeugen kann. Daraus ists schon klar, dass, *bei gleicher absoluten Höhe b c des Brechungsraumes, das Feld der Farbenringe desto grösser seyn muss, je kleiner der Winkel*

perimentirt habe. Nur die Beobachtung der *Nebenkränze* war mir neu, jedoch nicht die Erzeugung mehrerer Kränze farbiger Ringe durch Auflegung mehrerer Objective oder Linſen über einander. Dagegen habe ich die Art der Beobachtung der durchgehenden Bilder vervielfältigt mit Hülfe der Prismen (welche überhaupt den meiſten Aufſchluſs liefern) indem ich die durchgehenden Bilder durch von unten reflectirtes Licht entſtehen lieſs, wodurch ihre Beobachtung als ſubjectiviſche Bilder mir ſehr leicht wurde. Denn ich habe mittelſt meiner Argand'ſchen Lampe mit einem flachen Dochte (auch ein gemeines Licht kann zur Noth gebraucht werden) die durchgehenden Farbenringe auf weiſses Papier entworfen, wodurch ich ſie als ſubjectiviſche Bilder, wie die Beugungsſäume, völlig ruhig beobachten konnte. Endlich habe ich zur Zuſammenpreſſung der Objective eigene Zangen mit Schrauben und Geſtell, welche mir weit beſſere Dienſte leiſten als die Gewichte, die ich, wie Herſchel, anfangs brauchte. Ich habe gleichfalls eine Vorrichtung dieſer Art für die Prismen. Wollte ich alle meine Beobachtungen bekannt machen, ſie würden allein ein Heft der Annalen reichlich ausfüllen. Allein wozu dieſe Breite des Vortrags. Man kann ſich beſtimmt darauf verlaſſen, daſs alles, was ich von dieſen Beobachtungen angeführt habe, durchaus wahr iſt.

Herſchel's Verſuche über die Nebenkränze, ſo wie die vervielfältigten Kränze durch mehrere

ebenen Glasflächen auf beiden Seiten anschliessen werden. Es sey *XY* durch den höchsten Punkt des Cylinderstücks und senkrecht auf *AB* gezogen. Der Strahl, der in diese Linie fällt, leidet keine Veränderung, weil er auf die cylindrischen Luftschichten senkrecht fällt. Sein nächster Nachbar *ab* wird schon etwas abgelenkt und kommt nach *o*, und zwar zerlegt; der Strahl *cd* schon mehr und kommt nach *i*. Der Strahl *ef*, der an der Gränze der äussersten cylindrischen Hülle fällt, geht durch blosse Ebenen durch und erleidet die stärkste Beugung und Zerlegung; denn da ist der Einfallswinkel am grösten. Von *ef* an leiden alle übrigen Strahlen in den ebenen Luftschichten eine gleiche Beugung und Zerlegung, und können mithin nur weisses Licht erzeugen. Das zu erklärende Farbenphänomen hat also seinen Sitz zur Hälfte im Raume *Xe*, die andere Hälfte in einem gleichen Raume jenseits *XY*, und das ganze Phänomen in der Weite *fh* des äussersten Cylinderstücks, den die erwärmte Luft bildet. In diesem Raume fallen also die Lichtstrahlen unter verschiedenen Einfallswinkeln, welche von *XY* ab immer zunehmen. Ausserdem treten sie nach und nach, durch weiteres Eindringen in die Beugungssphäre, in die ebenen Luftschichten, wodurch der Brechungsunterschied sich über das arithmetische Gesetz der Einfallswinkel erhebt. Jeder einzelne Strahl wird also eine Bahn durchlaufen, deren Convexität gegen *XY* gekehrt ist, und mit der Entfernung von *XY*

zunimmt. Es werden demnach alle zerlegt und zwar nicht in solcher Ordnung, daſs homogenes, weiſses Licht daraus entstehen kann. Die erhaltene Richtung der Strahlen würde also in *FY* Farbenbilder liefern, welche nach auſsen violet und nach innen roth wären, wenn die Strahlen ohne Modification gerade fort gingen. Allein nach Vollendung ihrer Bahn in den parallelen Luftschichten treten alle diese Strahlen ins Glas und werden daselbst gegen die Axe *XY* gebrochen, so daſs sie sie durchschneiden, und auf der entgegengesetzten Seite ihre Bilder in *qp* entwerfen müssen, welche nun die rothe Seite nach der Axe *XY*, d. h. nach innen zu kehren und den halben Schatten *pOY* erzeugen.

b) Ein sehr feiner Riſs auf einem gut polirten Glase, demselben Lichte als in den vorhergehenden Phänomenen ausgesetzt, liefert ähnliche Phänomene. Ein solcher feiner Riſs ist eine Grube, in welcher sich ungleich erwärmte Luftschichten mit der Concavität nach auſsen bilden; und es läſst sich hier, zwar etwas mühsamer, aber eben so sicher, die Bahn der Lichtstrahlen auf obige Art verfolgen und das Phänomen daraus deduciren.

c) Feine Risse auf einer fein polirten Metallplatte dem offenen Sonnenlichte ausgestellt, liefern alle farbige Bilder ins Auge von allen Farben, am stärksten diejenigen Risse welche quer gegen das einfallende Licht gekehrt sind. Noch kein Physiker hat den Versuch gemacht, dieses kleine höchst räthselhafte Phänomen zu erklären, da alle

bisherigen Beobachtungen gezeigt haben, daſs die Metallſpiegel das Licht in der Reflexion nicht zerlegen. Unſere Theorie der ungleich erwärmten Luftſchichten löſet dieſes Räthſel; das Phänomen iſt ein Brechungs-Phänomen wie die Beugung. In der kleinen Grube bilden ſich die parallelen Luftſchichten von ungleicher Dichtigkeit, durch welche der Lichtſtrahl erſt gebrochen und zerlegt, dann zurückgeworfen und wieder gebrochen wird. Dabei ſind die beiden Brechungen, vor und nach der Reflexion, wegen der Krümmung der Luftſchichten, ſehr ungleich; daher das ſo modificirte Licht kein weiſſes ſeyn kann, ſondern gefärbtes.

d) Oft findet man innerhalb einer Glasmaſſe Streifen, die ſich durch ein verſchiedenes Refractionsvermögen zu erkennen geben, und welche dann Optikern ſehr beſchwerlich fallen. Zuweilen, beſonders im gezogenen Glaſe, ſind ſie ſo ſchmal, daſs man ſie Glashaare nennt. Ein ſolcher ſchmaler Streifen liefert auch Beugung und Farbenſäume. Hier hat die Natur im Glaſe ſelbſt die Schichten von ungleichem Brechvermögen erzeugt; ein ſolches Glashaar iſt nichts als eine kleine Maſſe, welche durch Mangel an gehöriger Miſchung mehr oder weniger Alkali oder Bleyoxyd enthält als die übrige Maſſe. Indeſs konnte dieſe kleine heterogene Maſſe in der gröſsern, ſo lange beide im Fluſſe waren, nicht beſtehen, ohne ſich durch die Affinität zu miſchen, aber langſam wie es bei andern Flüſſigkeiten beobachtet wird. Es entſtanden daher

wechselseitige Schwängerungsgrade, welche das Phänomen erzeugen und die Luftschichten entbehrlich machen.

e) Newton legte das Haar seines Versuches zwischen zwei ebenen Glasplatten und liess Wasser, auch Oehl, dazwischen fliessen, so dass das Haar in der Flüssigkeit badete, und erhielt auch die Phänomene der Beugung, aber in geringerer Grösse und Intensität der Farben, als wenn das Haar frei in der Luft gespannt war. Man sollte glauben, dass, da das Dilatationsvermögen der tropfbaren Flüssigkeiten durch die Wärme so gering ist, die kleine Dilatation der das Haar umgebenden Wasser- oder Oehl-Schichten dieses Phänomen zu erzeugen nicht im Stande seyn sollte. Allein es kommt bei der Brechung des Lichts in Mitteln von verschiedener Dichtigkeit gar nicht auf die absolute Dichtigkeit oder auf den absoluten Dilatationsgrad, sondern auf den Unterschied der Dilatation zwischen einer Schicht und der nächstfolgenden an. Dieser wachsende Unterschied, d. h. das Gesetz der Dilatation, muss in einer tropfbaren Flüssigkeit wie in einer permanent elastischen statt finden. Es würde nur der Raum, den die dilatirten Schichten einnehmen, bei gleichem Leitungsvermögen, im Wasser viel mal kleiner ausfallen als in der Luft. Dagegen aber ist das absolute Brechvermögen der Luft auch vielmal geringer als das des Wassers. So möchte sich beiderseits alles wenigstens compensiren, oder vielmehr es müsste das Beugungsphänomen im Was-

tet geblieben; die Recensenten haben sie nicht einmal getadelt. Ich werde jetzt diese Geschwindigkeit nicht nur erklären, sondern zeigen, daſs sie nur eine unbedeutende Kleinigkeit gegen andere Geschwindigkeiten ist, welche die Natur täglich vor unsern Augen erzeugen mag, ja daſs diese beobachtete Geschwindigkeit des Lichts nur ein kleiner Rest ihrer ursprünglichen Gröſse ist.

2. Im Grundrisse der theoretischen Physik habe ich diese Erklärung an meiner Hypothese einer imponderablen Substanz (S. 245. 2. Bd.) welche die durchsichtigen Mittel penetrirt und dem Lichte zum Leiter dient, angeknüpft. Allein diese Anknüpfung ist nur zufällig und die Darstellung bleibt dieselbe, wenn man diese hypothetische Substanz

fung ein Theil der Lichtstrahlen durchgeht, und also viel weniger zur Bildung des aufrechten Bildes kommen, als zu der des horizontalen. Endlich müssen die kleinen Irregularitäten, welche in jedem solchen Bilde aus den kleinen Irregularitäten der Glasoberflächen entstehen, im aufrechten Bilde sich vervielfältigen, weil die Seitenflächen *AC* und *BC* die ihrigen auch dazu hergeben.

Zum Beweise, daſs der bezeichnete Weg der Lichtstrahlen der richtige sey, habe ich folgende Versuche angestellt: Ich nahm eine schwarz bemalte Karte *tg* und legte sie auf *AC*, Fig. IX, nachdem ich eine längliche Oeffnung *df* in dieselbe gemacht hatte. Es erschien von dem Bilde nur ein Theil *kl* völlig so groſs als *df*, so daſs es mir vorkam, als sähe man das Bild gerade durch den Raum *fkld*. Erweiterte ich die Oeffnung, so daſs *CD* (Fig. IX) = *CE* (Fig. X) und also nur *AD* bedeckt war, so sah ich das ganze Bild, als wäre nichts an der Fläche *AC* bedeckt. Deckte ich endlich *CD* und lieſs *AD* offen, so erschien nichts vom Bilde.

aus dem Spiele läſst (die mir übrigens in anderer Rückſicht unentbehrlich ſcheint), dagegen dem Lichte Affinität der erſten Art zu dem durchſichtigen Mittel (wie bisher überhaupt Anziehung) zuſchreibt. Der erſte Satz, den ich zu beweiſen habe, iſt folgender: *Das Licht hat eine Affinität der erſten Art zu den durchſichtigen Mitteln oder zu einem ſie durchdringenden inponderablen Stoffe, der ihnen die Durchſichtigkeit ertheilt.*

3. Die Lehre der Brechung und Zerlegung des Lichts beweiſet, daſs das Licht gegen das dichtere Medium angezogen wird, und ich glaube, nach den Newton'ſchen Beweiſen und den von mir hinzugefügten, dieſes nicht mehr beweiſen zu müſſen. Die Frage iſt: Welche Anziehung findet hier Statt? Nach Neuton und den meiſten übrigen Phyſikern iſts dieſelbe, welche den Weltkörpern ihre Bahnen vorſchreibt, und man rühmt dieſe Einheit der Anziehungen im Groſsen und im Kleinen nicht wenig. Allein dieſe gerühmte Uebereinſtimmung findet nicht ſtatt; das Licht geht nicht in der ihm durch jenes Anziehungsgeſetz vorgeſchriebenen Bahn. Zwar geht der gröſste Theil eines Strahlenbündels ſcheinbar nach dieſem Geſetze; allein ein nicht unbedeutender Theil deſſelben bekümmert ſich um dieſes Geſetz, um dieſe Bahn gar nicht, ſondern breitet ſich nach allen Richtungen ſcheinbar geſetzlos aus. Hier das Factum, das ſich bei jeder Brechung wiederholt: Man nehme irgend

eine Masse Glas oder Wasser (gefärbt oder ungefärbt) und zwar die reinste, die man nur auftreiben kann, und halte sie im finstern Zimmer vor einer kleinen Oeffnung, welche ein Bündel Sonnenstrahlen auf sie fallen läſst. Der Bündel wird zwar im Ganzen scheinbar nach dem Brechungsgesetze durchgehen; stellt man sich aber seitwärts, wo man will, so sieht man den Weg des Strahls im Mittel, man sieht gleichsam den Strahl durchgehen. Dieses Sehen kann nur von Lichtstrahlen herrühren, welche die vorgeschriebene Bahn nicht durchlaufen, sondern von jedem Puncte aus, wohin sie als Theile des Strahlenbündels im Mittel gelangt sind, nach allen Richtungen ausstrahlen. Wenn nur das sogenannte Refractionsgesetz hier waltete, d. h. eine Anziehung, die nur an der Eintrittsfläche wirkt, so wäre diese Strahlung unmöglich, und es müſste der ganze Strahlenbündel, ohne Ausnahme eines einzigen Lichtstrahls, den vorgeschriebenen Weg geradlinig durchlaufen. Diese Beobachtung, welche jeder Optiker gemacht hat oder gemacht haben kann, beweiset klar, daſs es hier nicht eine Kraft gilt, welche nur an der Oberfläche der brechenden Mittel wirkt und denn im Innern zu wirken aufhört, weil sie sich im Innern das Gleichgewicht hält.

Man spricht zwar auch in der gewöhnlichen Optik von einer Zerstreuung oder vielmehr von einer Verschluckung des Lichts innerhalb des durchsichtigen Mittels. Eine Verschluckung erklärt sich

durch einen kleinen Grad von Undurchsichtigkeit; aber eine Zerstreuung wie die obige ist nie erklärt worden. Sie ist eine wahre regelmäßsige Strahlung innerhalb des Mittels, wie die eines leuchtenden Körpers; denn der durchgehende Strahlenbündel erscheint völlig wie ein brennender Stab, in einem röthlich gelben Mittel feuerroth wie eine glühende Kohle.

Wenn das Licht an der Oberfläche des brechenden Mittels durch die Gravitation angezogen wird, d. h. durch eine Kraft, welche sich nur nach den Massen und Distanzen richtet und daher im Innern zu wirken aufhört, warum brechen nicht alle Mittel nach Verhältniſs ihrer Dichtigkeit? Die homogenen Mittel thun es nach Biot's schönen und wichtigen Versuchen. Warum nicht die heterogenen Mittel? Warum ist die Anziehung durch Wasserstoff, Sauerstoff, Stickstoff, Erden, Metalle etc. verschieden? Wir müssen also die Affinität nothwendig zulassen, und unser nächstes Geschäft ist nun, zu zeigen, *daſs die Affinität der ersten Art Beides, das Phänomen der Brechung und das der Seitenstrahlung im Mittel erzeugen kann und muſs.*

4. Die *Affinität der ersten Art* ist eine Anziehung der Stoffe zu einander, vermöge welcher die Stoffe sich freiwillig mischen, ohne ihre Grundeigenschaften zu verlieren *). Die Grundeigen-

*) Ich setze voraus, daſs man meine Theorie der Affinität aus meinem Grundrisse der theoret. Physik kennt. *P.*

ſchaft des Lichts iſt zu leuchten. Die Affinität der erſten Art kann alſo dem Lichte die leuchtende Eigenſchaft nicht nehmen, und muſs folglich alle dahin gehörigen Phänomene zulaſſen. Sie erzeugt die beiden Phänomene der Brechung und der Seiten-Strahlung auf folgende Art: *ABCD*, Fig. VII, Taf. IV, ſey ein Glaskörper, auf welchen der Lichtbündel *acbe* fällt. In den Berührungspuncten der Fläche *ce* wird das Licht von jedem Puncte dieſer Fläche in ſenkrechten Richtungen angezogen, und alſo in einer Richtung abgelenkt, welche durch die urſprüngliche Geſchwindigkeit des Lichts und diejenige, welche die Affinität ihr ertheilen kann, und durch den Einfallswinkel bedingt wird. Das heiſst: Es geſchieht beim Eintritt durch die Affinität genau daſſelbe, was der Gravitation zugeſchrieben wird. Iſt das Licht in die Glasmaſſe eingetreten, ſo äuſsert dieſe Maſſe *von allen Seiten* ihre Anziehung gegen das in ihr nun befindliche Licht; der Lichtſtoff wird alſo ſeine Wanderung nach allen Seiten antreten, und da er eine gewiſſe Geſchwindigkeit in der Richtung *cd* hatte, ſo ſcheint es, als ob der Strahlenbündel ſich nun in lauter hyperboliſche Kegel von *ce* aus ausbreiten müſste. Dieſes iſt in der That auch der Fall; ſonſt wäre die Sichtbarkeit des Strahls im Glaſe nicht möglich. Allein es folgt nicht daraus, daſs der Strahlenbündel im Ganzen ſo irregulär gebrochen wird, daſs ſeine Geſtalt bedeutend abgeändert würde. Denn, wenn man ſich den Strahlenbündel *cdfe* im Zuſtande der Wan-

derung denkt, in Richtungen, welche auf *dc* und *fe* senkrecht sind, so schwängern sich um den ursprünglichen Strahlenbündel allerdings die Glasschichten mit Licht. Aber diese Schwängerung nimmt von *cd* und *ef* in einer sehr schnellen Progression ab, und da das Licht nicht in der Glasmasse bleibt, sondern heraustritt, so kann man annehmen, dass das Gesetz der Schwängerungsgrade hier die geometrische Progression sey, d. h. wie zu Anfange der chemischen Wanderung. Ausserdem geschieht die Schwängerung, (und auf diese haben wir jetzt zu sehen,) wie ich in meiner theoretischen Physik gezeigt habe, äusserst langsam, so dass nach 16 Minuten noch nicht 0,00001 der wandernden Substanz sich in der Distanz eines Zolls angehäuft hat, da wo diese Substanz nicht aus den Gränzen des Mittels, in die sie wandert, heraustreten kann. Da aber zugleich der Strahlenbündel *cdfe* und die seitwärts strahlenden Lichttheile mit einer sehr grossen Geschwindigkeit sich jenseits des Glases verlieren, so kann die Anhäufung des Lichts um *cd* und *ef* in einem so bedeutenden Verhältnisse, dass der Strahlenbündel auf so kurzen Distanzen merklich erweitert würde, nicht Statt finden. Uebrigens bestätigt die Beobachtung diese Wanderung des Lichtstoffs in Richtungen, welche senkrecht auf *cd* und *fe* Statt finden, dadurch, dass man um den Strahlenbündel einen sehr leichten, gar nicht begränzten Nimbus bemerkt. Es folgt übrigens aus dieser Darstellung, dass ein solcher Strahlen-

bündel durch seinen Durchgang im Mittel geschwächt wird, und dass, wenn er einen sehr langen Weg in demselben durchwandert, er endlich sich sehr verbreiten und so matt werden muss, dass er aufhört als bestimmter Strahlenbündel zu erscheinen und nur ein diffuses Licht liefern kann; und dieses stimmt mit allen bisherigen Erfahrungen überein, da ein Lichtbündel, den man in ein finsteres Zimmer einlässt, Bilder entwirft, welche mit der Zunahme der Entfernung immer weniger scharfe Gränzen haben, bis endlich alle Gränze verschwindet. Lambert hat schon diese Deviation des Lichts bei der Reflexion beobachtet, schrieb sie aber der Reflexion zu.

5. In der Hypothese des Aethers, dessen Daseyn den Körpern die Durchsichtigkeit ertheilt, erklären diese Phänomene sich völlig auf dieselbe Art, da in dieser Hypothese der Aether derjenige Stoff ist, der das Licht chemisch anzieht, nicht der Körper selbst.

6. *Die Affinität der ersten Art vermag den wandernden Stoffen weit grössere Geschwindigkeiten zu ertheilen, als die uns bekannte Geschwindigkeit des Lichts.*

Beweis. Ich will das einfache Beispiel der Verbindung einer Säure mit dem Wasser wählen, und die Geschwindigkeit suchen, mit welcher die Säure möglicher Weise ins Wasser wandern kann. *A* sey die Höhe des im Gefässe über der Säure befindlichen Wassers, *n* sey die Zahl der Wassertheile,

welche in der Höhe *A* Raum haben. 1 ſey die Intenſität der Säure vor der Wanderung (z. B. im concentrirten Zuſtande); $\frac{1}{m}$ der Gehalt an Säure, welcher nach der Wanderungszeit *a* Secunden in der oberſten Waſſerſchicht ſich befindet. Angenommen, daſs die Schwängerung des Waſſers durch die Säure während der ganzen Zeit *a* das anfängliche Geſetz der Potenzen von $\frac{1}{2}$ befolge, ſo würde (ſiehe Grundriſs d. theor. Phyſik) die Säure, wenn ſie die letzte Waſſerſchicht eben erreicht, eine Intenſität von $(\frac{1}{2})^n$ haben; d. h. die Maſſe eines ſolchen Theilchen Säure würde ſich zur Maſſe eines Theils concentrirter Säure von gleichem Volum verhalten $= (\frac{1}{2})^n : 1$, oder es müſſen in einem Theilchen concentrirter Säure 2^n ſolcher Theilchen, welche die letzte Waſſerſchicht erreichen, enthalten ſeyn. Dividirt man nun $\frac{1}{m}$ durch $(\frac{1}{2})^n$, ſo wird der Quotient $\frac{2^n}{m}$ die Anzahl ſolcher Theilchen von Säure ſeyn, welche erforderlich waren, um in der oberſten Waſſerſchicht die Miſchung von Säure von der Intenſität $\frac{1}{m}$ zu bilden. Dieſe Theilchen, deren Gröſse durch $(\frac{1}{2})^n$ ausgedrückt iſt, ſind nach und nach während der Zeit *a* von der unterſten Waſſerſchicht bis zur oberſten gekommen; folglich muſs die Höhe *A* überhaupt $\frac{2^n}{m}$ Mal in der Zeit *a* durchgelaufen worden ſeyn, und es iſt der in jeder

Secunde durchgelaufene Raum $= \frac{2^n . A}{m . a}$, alſo die geſuchte Geſchwindigkeit C $= \frac{2^n . A}{m . a}$.

Zwar iſt die Säure innerhalb des Wanderungs-Raumes von ſehr verſchiedener Intenſität, deren kleinſte die oben berechnete $(\frac{1}{2})^n$ iſt. Allein dieſe verſchiedenen Intenſitäten haben auf die Schwängerungsgrade wohl, aber nicht auf die Geſchwindigkeit der Wanderung Einfluſs; welches ich nicht beſſer als durch folgendes Beiſpiel deutlich machen kann.

Es will ein General Vorpoſten ausſtellen, in gleichen Diſtanzen von 1 Meile auseinander. Er ſtellt 128 Mann vor ſeiner Fronte mit dem Befehle auf, daſs ihrer 64 da ſtehen bleiben, die übrigen 64 bis zum zweiten Poſten marſchiren; hier ſollen 32 Mann Halt machen und die übrigen 32 zum nächſten Poſten marſchiren, wo ihrer 16 bleiben, die andern 16 zum folgenden gehen, wo dann 8 Mann bleiben und die übrigen 8 weiter gehen u. ſ. w. bis zum letzten Poſten, wo der letzte Mann immerfort ſtehen bleibt. Als aber die erſten 64 Mann den zweiten Poſten erreicht hatten, giebt der General dem erſten Poſten wieder 64 Mann zu, mit dem Befehle, daſs die ſchon da ſtehenden 64 fort marſchiren und ſich von Poſten zu Poſten vertheilen, in der nämlichen Ordnung als die Erſten. Er wiederholt dieſes Manöver zehn Mal, ſo daſs er an ſeinem letzten ſiebenten Poſten nach und nach

10 Mann bekömmt. Es fragt sich, wenn die Zeit von dem allerersten Abmarsche an bis zur Ankunft des 10ten Mannes auf dem letzten Posten beobachtet worden ist, wie groſs die Geschwindigkeit jedes Soldaten gewesen seyn muſs? Es sey x die Zeit, die zur Distanz von 1 Meile zwischen zwei Posten nöthig war, so ist der erste Soldat nach der Zeit $7x$ an dem letzten Posten angekommen; der zweite nach der Zeit $8x$; der dritte nach der Zeit $9x$ etc.; der zehnte nach der Zeit $17x$. Findet sich die beobachtete Zeit = 17 Stunden, so ists klar, daſs jeder Soldat 1 Meile in einer Stunde zurückgelegt hat. Die gröſsere oder geringere Anzahl seiner Cameraden auf den verschiedenen Stationen hat seinen Marsch nicht beschleunigt, auch nicht verzögert.

Nennen wir also auch x die Zeit, welche ein Theilchen Säure braucht, um eine Wasserschicht durchzulaufen, oder, wenn man lieber will, um von einer Wasserschicht zur nächsten zu kommen, so wird das erste Theilchen Säure die n Schichten nach der Zeit nx vom Anfange an durchlaufen haben, das zweite Theilchen nach der Zeit $(n+1)x$, das dritte nach der Zeit $(n+2)x$, und das letzte endlich nach der Zeit $\left(n+\frac{2^n}{m}\right)x$, von Anfang an gerechnet. Wir haben also $\left(n+\frac{2^n}{m}\right)x = a$ und $x = \frac{a}{n+\frac{2^n}{m}}$; folglich die Geschwindigkeit $C = \frac{\frac{2^n}{m} + n}{a}$

Diese Geschwindigkeit ist um $\frac{n}{a}$ größer als die früher gefundene, weil dort die Zeit der Wanderung der ersten Theilchen Säure vernachlässigt wurde; welches füglich geschehen konnte, da *n* nothwendig gegen die Zahl 2^n eine höchst kleine Zahl, bei der Bedeutung von *n*, seyn muss.

Um die Formel $C = \frac{2^n}{ma}$ anzuwenden, brauchen wir eine Fundamental-Erfahrung. Eine solche, wie ich sie mit Schwefelsäure und Wasser gemacht habe, befindet sich in meiner theoretischen Physik angeführt, nämlich dass, wenn die auf der Säure liegende Wassermasse 1 paris. Zoll hoch ist, nach 1000 Secunden die alleroberste Wasserschicht $\frac{1}{100000}$ an Säure erhalten hat. Die Formel ist also darnach $C = \frac{2^n}{100000 \cdot 1000} = \frac{2^n}{100000000}$. Um diesen Werth ganz in Zahlen auszudrücken, muss der Werth von *n* bestimmt werden. Dieser Werth liegt aber offenbar in den Gränzen der Theilbarkeit des Wassers. Je größer er angenommen wird, desto ungeheurer wird die Geschwindigkeit ausfallen. Setzen wir n = 10000 nur, so ist die Zahl 2^n weder auszusprechen noch auszuschreiben, größer als 1 nebst 3000 Nullen; folglich die Geschwindigkeit, mit welcher die Affinität der ersten Art die chemischen Stoffe wandern lassen kann, = 1 nebst 2992 Nullen, deren Einheit der Pariser Zoll ist: eine Geschwindigkeit, die so ungeheuer ist, dass es für die Vergleichung mit der Geschwindigkeit des

Lichts gleichgültig ist, was wir für die Einheit nehmen, $\frac{1}{1000}$ des Zolls, oder den Durchmesser der Bahn des Uranus.

7. Freilich waltet das angenommene Gesetz der Potenzen von $\frac{1}{2}$ nur zu Anfange der Wanderung, in der Zeit, die ich die erste Periode der Wanderung genannt habe, und es nimmt, je länger die Wanderung dauert, je mehr ab, aber nicht die Geschwindigkeit; obgleich das Gesetz der Schwängerung sich nach und nach der Gleichheit nähert. Und wie lange könnte diese Geschwindigkeit abnehmen, bis sie zu der des Lichts herabsinkt! Das Verhältniss der Geschwindigkeit des Lichts zu der allerkleinsten, die wir noch durch Mikroscope erreichen können, etwa 1 zu 2000 Billionen, verschwindet gegen das Verhältniss obiger Geschwindigkeit zu der des Lichts. Ausserdem haben wir für den Exponenten der Zahl 2^n die Zahl 10000 genommen, das heisst, angenommen dass in der Länge eines Zolls nur 10000 Wassertheilchen sind, eine Anzahl, welche nach dem, was wir von der Theilbarkeit der Materie wissen, viel zu klein ist.

Ob die Natur solche Geschwindigkeiten von der unbeschreiblichen Grösse, wie die berechnete, wirklich erzeuge, muss uns sehr zweifelhaft seyn. Aber so viel ist durch §. 6 unwidersprechlich erwiesen, dass die Affinität der ersten Art sie erzeugen kann; und die Gränzen der möglichen Geschwindigkeiten finden sich nur in den Gränzen der Theilbarkeit der Materie. Denn wenn jene

berechnete Geschwindigkeit Statt haben soll, so muss jeder noch sichtbare Theil von concentrirter Säure sich in 2^{10000} Theile theilen lassen, eine Theilung, welche alles übersteigt, was die ausschweifendste Phantasie erzeugen kann, und die uns nirgends indicirt ist. Die wirklichen Geschwindigkeiten sind im Verhältniss der absoluten Affinitäten.

8. Dieser Ansicht zufolge müssen wir uns von der Wanderung der Stoffe in verwandte Mittel folgenden Begriff machen: Sobald die Säure mit dem Wasser in Berührung tritt, wandern die Theile der Säure ins Wasser (und die des Wassers in die Säure) in einer Anzahl oder Menge, welche von der Dichtigkeit der Säure abhängt. Die erste Wasserschicht, die nun aus Säure und Wasser besteht, äussere gleiche Affinität zur nächsten Wasserschicht, und es wird also eine gleich schnelle Bewegung der wandernden Theile hier entstehen; denn die erste Schicht behält so viel Säure zurück als sie abgibt, und wirkt also auf die übergehenden Theile nicht mehr. Sie ist in Rücksicht auf die zweite Schicht als gesättigt anzusehen, wie die Schicht reiner Säure gegen die erste aus Säure und Wasser bestehende Schicht. Zwischen der 2ten und 3ten Schicht, der 3ten und 4ten etc. geht derselbe Process vor, und so gelangen die wandernden Theile zu Ende ihres Laufes zwar in immer abnehmender Menge, aber eben dadurch mit dieser ungeheuern immer gleichen Geschwindigkeit. So bietet dieser

Proceſs in kleinen Räumen von einem Zolle, ja von einer kleinen Linie Höhe, die zwey entfernteſten Extreme, nemlich die gröſsten bis jetzt ungeahndeten Geſchwindigkeiten der progreſſiven Bewegung und die gröſste Langſamkeit der Sättigung!

9. Die durch die Wanderung der Stoffe erlangte Geſchwindigkeit iſt an ſich nicht eine accelerirte wie die der Gravitation; denn der wandernde Stoff kann keine Zuſätze an Geſchwindigkeit erlangen, indem er immer von der nächſten Schicht des Mittels nur ſo viel Geſchwindigkeit erhält, als er ſchon hat und ihm von der vorhergehenden Schicht durch ihre Anziehung entzogen wird, ſobald er ſie verlaſſen will. Man muſs alſo dieſe Bewegung ſo anſehen, als wenn jedes wandernde Theilchen zwiſchen zwei nächſten Schichten des Mittels gleich ſtark in entgegengeſetzter Richtung angezogen wäre, und nur mit ſeiner bei dem Eintritt in die allererſte Schicht erhaltenen Geſchwindigkeit fortginge; und es folgt aus §. 8. daſs der Grad der Schwängerung keinen Einfluſs auf ſie hat, weil die Menge der wandernden Theile, d. h. die Maſſe, im umgekehrten Verhältniſſe der Schwängerung iſt.

10. Iſt die Dichtigkeit des Mittels, in welcher die Wanderung ſtatt findet, gleichförmig wie die der tropfbaren Flüſſigkeiten, ſo bleibt die Geſchwindigkeit jedes Theilchen während ſeiner ganzen Wanderung unverändert. Die wandernden Theilchen erreichen mit dieſer Geſchwindigkeit

die letzte Schicht der Flüſſigkeit, die ſie durchwandern, und würden ſich im ganzen Univerſum verbreiten, wenn jenſeits dieſer letzten Schicht noch eine anziehende Subſtanz wäre. Sie bleiben aber in dieſer letzten Schicht hängen und verlieren in derſelben ihre ganze Geſchwindigkeit, weil dieſe letzte Schicht die wandernde Subſtanz mit einer eben ſo groſsen Anziehung zurückhält, als die Anziehung der erſten Schicht iſt, welche ihnen ihre Geſchwindigkeit ertheilt hat.

11. Iſt die Dichtigkeit des Mittels zunehmend, (welcher Fall bei den Gaſen Statt findet,) nämlich von der Gränze, wo die beiden Subſtanzen ſich urſprünglich berührten, an gerechnet, ſo wächſt die abſolute Affinität des wandernden Stoffs zum Mittel, und die Geſchwindigkeit muſs zunehmend und die Progreſſion der Schwängerung muſs minder abnehmend ſeyn, als in dem gleichförmigen Mittel. Allein wenn der wandernde Stoff die äuſserſte Gränze des Mittels erreicht hat, ſo hört auch alle Bewegung auf, und der wandernde Stoff bleibt im Mittel.

12. Iſt die Dichtigkeit des Mittels abnehmend, ſo iſt die abſolute Anziehung der folgenden Schichten kleiner, als die der vorhergehenden; folglich muſs die Geſchwindigkeit abnehmend ſeyn und die Progreſſion der Schwängerung iſt mehr abnehmend als im gleichförmigen Mittel; und wenn der wandernde Stoff die äuſserſte Gränze des Mittels erreicht hat, ſo hört auch hier alle Bewegung auf,

und der wandernde Stoff bleibt im Mittel, durch die letzte Schicht desselben zurückgehalten.

13. Bei allen Veränderungen, welche die Geschwindigkeit durch die Variationen in der Dichtigkeit der Mittel leidet, bleibt das mechanische Gesetz für die Richtung der Bewegung unverändert. Wenn daher die Schichten des ungleich-dichten Mittels nicht unter sich parallel sind, so wird die Richtung der Bewegung immer eine aus der ersten und zweiten und dem Verhältniss der Geschwindigkeiten zusammengesetzte seyn, nach dem Satze des Parallelogramms der Kräfte.

14. Wenn man zwei Gefäse A und B sich denkt, jedes mit einer der einander verwandten Substanzen a und b gefüllt und mittelst einer Röhre untereinander communicirend, so werden die Substanzen zu einander wandern im Verhältniss des Durchschnitts der Communicationsröhre. Die Richtung der Wanderung in beiden Gefäsen muss die der Röhre seyn, so dass die wandernden Substanzen sich geradelinigt, jede durch ihr Wanderungsmittel, bewegen. Es muss also beiderseits ein Cylinder sich bilden, welcher denselben Durchmesser haben wird, als die Communicationsröhre, und den Raum der Wanderung ausmacht. Allein die in diesem Cylinder befindliche wandernde Substanz, welche mit der übrigen Substanz des Mittels nicht homogen ist, erleidet eine neue Wanderung nach allen Seiten und dem Schwängerungs-Gesetze gemäss, so dass die Seiten-Schwängerung sehr na-

ke an dem ursprünglichen Cylinder am größten seyn, weiterhin aber sehr schnell abnehmen wird; wodurch der Schwängerungsgrad im Cylinder geschwächt wird, um so stärker je länger der Cylinder ist. In den Versuchen mit Säure und Wasser (und allen ähnlichen) zeigt sich dieser cylindrische Wanderungsraum nicht, weil die Schichten desselben, welche aus Säure und Wasser bestehen, sich durch ihr specifisches Gewicht horizontal ausbreiten, im obern Gefäße auf dem Boden, im untern Gefäße oben.

15. Von diesem chemisch-mechanischen Standpuncte aus lassen sich nicht blos die Geschwindigkeit des Lichts erklären, sondern auch alle optischen Phänomene. Wir wollen die vorzüglichsten betrachten. Zuvor aber muss die Bemerkung gemacht werden, *dass bei den Lichtphänomenen die Wanderung nur einseitig, von Seiten des Lichts, statt findet*, da die Massen der ponderablen Substanzen gegen die Massen des Lichts als unendlich angesehen werden müssen, und folglich keine Bewegung von ihnen erhalten können. In der Hypothese des Aethers, d. h. derjenigen inponderablen Substanz, welche den ponderablen Körpern die Durchsichtigkeit ertheilt, ist dieser Satz gleichfalls wahr, da der Aether mit den ponderablen Körpern durch Affinität der ersten Art gebunden ist und mit ihnen *eine* Masse bildet.

16. So wie irgend ein chemischer Process in einem durchsichtigen Mittel Licht frei macht, so ver-

breitet sich dieses Licht durch Affinität der ersten Art zum Mittel oder zu dem das Mittel durchdringenden Aether, in Richtungen, welche auf der innern Oberfläche des Mittels, d. h. auf der Oberfläche des Raums, in welchem das Licht entwickelt wird, senkrecht sind. Dieses constituirt die *Strahlung* (Radiation), ein Phänomen, welches bis jetzt unerklärt war. Es scheint aber daraus unmöglich zu erklären, wie eine strahlende Kugel, z. B. die Sonne, welche ihre Strahlen durch eine kleine Oeffnung in ein verfinstertes Zimmer wirft, Strahlen von ihrer ganzen Oberfläche in diese Oeffnung senden kann, so daſs sie sich hinter derselben durchkreuzen und ein Bild der Kugel entwerfen, welches im Verhältnisse der Distanz vom Kreuzpuncte an Gröſse zunimmt. Allein es erklärt sich daraus, daſs jedes Theilchen der ponderablen Materie, aus welcher das Licht entwickelt wird, seinen eigenen Proceſs liefert, als eine eigene Kugel (oder Polyeder etc.) angesehen werden muſs, aus welchem das Licht in allen senkrechten Richtungen seiner Oberfläche entwickelt und durch das umgebende Mittel in denselben Richtungen fortgeleitet wird. Dieses ist in den bisherigen Systemen auch stillschweigend angenommen worden, da man statuirt, daſs jeder Punct einer leuchtenden Oberfläche nach allen Richtungen Strahlen aussende.

17. Wenn schon strahlendes Licht in ein dichteres Mittel tritt, z. B. aus Luft in Glas, so befindet sich jedes Lichttheilchen in der Gränze zwischen

zwei Kräften, die Eine, die Bewegung in der Richtung des kommenden Strahls, die andere die Anziehung des Glases, welche in senkrechter Richtung auf die Glasfläche wirkt. Die Richtung des Strahls im Glase muss von diesen zwei Kräften und ihren Richtungen abhängen. Ist das Lichttheilchen im Glase, so hört alle Einwirkung der Luft auf, und das Licht bewegt sich im Glase zwar in der erlangten mittleren Richtung, aber mit der einzigen Geschwindigkeit, welche dieses Mittel ihm geben kann, und das Licht würde sich im Glase anhäufen und nicht auf der andern Seite austreten, wäre nicht dort wieder Luft, und der Körper würde uns als opak vorkommen; er würde Licht zwar empfangen, aber nicht wieder geben. So erklärt sich die *Brechung* beim Eintritte des Strahls in das dichtere Mittel; dieselbe Analyse erklärt die Brechung bei dem Austritt aus dem dichtern Mittel, so wie auch die scheinbare *Reflexion an der hintern Glasfläche*, ganz nach den Newton'schen Grundsätzen.

18. Es war unnöthig hier noch von der *Seitenstrahlung* zu sprechen, da dieser Gegenstand schon im 4ten §. abgehandelt worden ist. Ich muss aber eine Einwendung vollkommner aus dem Wege räumen, als es dort geschah, nämlich dass der Strahlenbündel, der ins Glas getreten ist, sich vermöge seiner Affinität zum Glase nach allen Seiten mehr zerstreuen und besonders sich mehr erweitern sollte, als er es thut. Ein solcher Strahlenbündel

ist anzusehen wie der Cylinder von §. 14, in welchem die Wanderung Statt findet, und wenn man das gewöhnliche Phänomen der Wanderung in einem einzigen Gefäſse betrachtet, so kann man sich der Ueberzeugung nicht erwehren, daſs (wenn das specifische Gewicht der Flüſsigkeiten die Bildung dieses Cylinders nicht verhinderte) dieser Cylinder sehr bald an Weite zunehmen müſste, so, daſs er, an Schwängerungsgraden abnehmend, sich in hyperbolische Kegel sichtbar verwandeln müſste. Ich zweifle auch nicht daran, und in dieser Hinsicht sagte ich schon in meinem Grundrisse der theoretischen Physik, daſs die Figur der Gefäſse auf die Schwängerungsgrade Einfluſs habe. Dies gilt von ponderablen Flüſsigkeiten, aber nicht vom Lichte, aus zwei Gründen. Der erste ist, daſs in allen den Versuchen mit tropfbaren Flüſsigkeiten, auch mit den elastischen, welche in einem gegebenen Raume eingeschlossen sind, die wandernde Substanz nicht aus dem Raume des Mittels treten kann, und sich in allen Theilen desselben anhäuft, und also die Abnahme der Schwängerung nahe an der Gränze kleiner wird. Der andere Grund ist, daſs bei dem Lichte die Wanderung zwischen dem Lichte und dem Mittel nicht wechselseitig ist, wie bei den ponderablen Substanzen. Wenn die Säure aus dem obigen Cylinder tritt, um die umgebenden Wasserschichten zu schwängern, tritt eben so viel Wasser in den Cylinder und dilatirt ihn; hingegen tritt, nach §. 15, nichts vom Glase in den Strahlen-

bündel; er wird also in dieser Hinsicht nicht erweitert.

18. Die Permeabilität einer Flamme für das Licht ist für das bisherige System eine schwere Aufgabe. Man denke sich nämlich zwei Lichte in einer bestimmten Entfernung von einander, so sagen uns Rumford's Versuche, dass ein Object, welches in einer geraden Linie durch die Mittelpuncte beider Flammen sich befindet, stärker erleuchtet wird; als wenn das hintere Licht hinweg genommen wird. Schon früher, als Rumford uns diese Versuche mittheilte, hatte ich mich von der Permeabilität der Flamme für das Licht durch die einfache Beobachtung überzeugt, dass, wenn man eine Schrift hinter eine Flamme hält, man sie noch lesen kann. In der bisherigen Vorstellungsart, dass die Lichttheilchen am Orte ihrer Entwickelung mit einer ungeheuren, nicht zu erklärenden Kraft fortgeschleudert werden, müssen die ausgesandten Lichttheile der Flamme *A* in den Raum der Schleuderung der Flamme *B* gelangen, und zurückgeworfen werden, man mag die werfende Kraft Repulsion oder Elasticität nennen. In unsrer Theorie ists ganz anders. Die einmal in Bewegung gesetzten Lichttheile der Flamme *A* begegnen in der Flamme *B* keiner Repulsionssphäre, sondern sie bewegen sich, nach §. 17, immerfort, so lange sie ein anziehendes Mittel finden, und die grössern oder geringeren Grade der Schwängerung des Mittels haben, nach §. 9,

keinen Einfluſs auf dieſe Bewegung, nicht einmal auf die Gröſse der Geſchwindigkeit.

20. Wenn eine Flamme ausgeblaſen wird, ſo verſchwindet ſogleich das daſelbſt entwickelte Licht. Der in und um die Flamme angehäufte Vorrath an Licht vertheilt ſich in einer für uns unwahrnehmbar kleinen Zeit durch die Luft, und wird eben ſo ſchnell von den umgebenden feſten Körpern verſchluckt, d. h. durch Affinität der zweiten Art gebunden. Dieſes ſchnelle Verſchwinden des Lichts, mit der Langſamkeit der Schwängerung bei ponderablen Subſtanzen verglichen, beweiſet, daſs die Dichtigkeit des Lichts, ſogar in einer Flamme, gegen die Dichtigkeit der ponderablen Subſtanzen als eine verſchwindende Gröſse angeſehen werden kann.

21. Wenn ſtrahlendes Licht in einer Atmoſphäre erzeugt wird, welche mit der Entfernung von dem Lichtentwicklungs-Proceſſe an Dichtigkeit abnimmt, ſo muſs das Licht in dieſem Durchgange von ſeiner Geſchwindigkeit verlieren; und hat dieſe Atmoſphäre eine Gränze, ohne daſs hinter derſelben ein neues Mittel eine neue Affinität auf das Licht äuſsert, ſo wird an dieſer Gränze die Geſchwindigkeit des Lichts = 0. Alſo würde an der äuſsern Gränze der Atmoſphäre einer jeden Sonne das Licht in letzterm Falle ſich zu bewegen aufhören, ſich nicht mehr ausbreiten, und dieſe Atmoſphäre endlich ſättigen. Wir müſſen daher annehmen, entweder daſs die Atmoſphären der

Weltkörper keine äufsere Gränzen haben, d. h. dafs sie sich ins Unbestimmte ausdehnen und also alle in einander einfliefsen, oder dafs die Leere zwischen den Weltkörpern mit unserm Aether angefüllt ist, welcher als Leiter des Lichts dieselben Dienste leistet als die Atmosphären. Es folgt aber daraus, dafs das Sonnenlicht mit einer sehr geschwächten Geschwindigkeit unsere Atmosphäre erreicht *), und dafs also dessen gemessene Geschwindigkeit nur ein sehr kleiner Theil von derjenigen ist, welche sie in den dichtern Schichten der Sonnen-Atmosphäre erhalten hat. Ein Resultat, welches nur dann befremdend wäre, hätten wir nicht oben gezeigt, dafs die mögliche Geschwindigkeit jeder chemisch-wandernden Substanz unaussprechlich viele Male gröfser seyn kann, als die von uns gemessene Geschwindigkeit des Lichts ist.

22. Noch bleibt mir übrig, um die Reihe der Hauptphänomene der Bewegung des Lichts in diesen drei Abhandlungen zu schliessen, mich über die *Zubeugung* zu erklären. Sie ist gleichfalls ein Affinitäts-Phänomen. Es sey, Fig. VIII, *A* ein Körper, an welchem ein Strahlenbündel *a b* durch

*) In unsrer Atmosphäre wird, ihrer zunehmenden Dichtigkeit ungeachtet, die Geschwindigkeit des in dieselbe ankommenden Lichts nicht vergröfsert, weil das Licht nicht mit dazu hinlänglicher Geschwindigkeit nachrückt. Der §. 11 ist nur von dem Falle gemeint, (der bei den ponderablen Substanzen immer Statt findet,) der die Wanderung in dem Wanderungsmittel selbst ursprünglich angeht, aber nicht von dem Uebergange in ein andres Mittel. *P.*

eine Oeffnung im Laden eines verfinsterten Zimmers dicht vorbei geht. Wir müssen den Strahlenbündel als im Zustande der Wanderung betrachten, vermöge welcher das Licht nicht blos vorwärts in der ersten Richtung fortschreitet, sondern auch seitwärts angezogen wird. Die äussern Theile desselben werden, wie §. 3 gezeigt worden ist, in schiefen Richtungen abgelenkt, wie *bdig*, *acef*; und nur der mittlere Strahl *xy* behält seine gerade Richtung. Die eine Hälfte der Strahlen kehrt also die Concavität ihrer Krümmung gegen den Körper *A* und erzeugt die Zubeugung, indess die andere dem Körper *A* ihre Convexität zukehrt und zur Abbeugung beiträgt. Der mittlere Strahl *xy* muss als die äusserste Gränze angesehen werden, (der Boden des Gefässes bei ponderablen Substanzen,) von wo aus die Wanderung nach den Seiten angeht. Diese einfache Wirkung der Seitenwanderung wird auf Seiten des Körpers *A* noch dadurch erhöht, dass diejenigen nach dieser Seite wandernden Lichttheile, welche ihn erreichen, von ihm verschluckt werden, wenn *A* ein opaker Körper ist, oder von ihm stärker angezogen und durchgelassen werden, wenn *A* ein durchsichtiger Körper ist, wodurch bei *i* der Grad der Schwängerung immer vermindert wird, und also die Menge des gebeugten Lichtes grösser werden muss.

23. Uebersehen wir diese ganze Theorie der Bewegung des Lichts, so geht aus ihr der Satz klar hervor, *dass kein optisches Bild, von welcher Art*

es auch *seyn möge, völlig reine Gränzen haben kann*, ein Satz, den die Erfahrung überall durchaus bestätigt, und den die vorhergehenden Theorien zu erklären nicht vermochten.

24. Diese wichtige Materie ist noch vieler Auseinandersetzungen und Durchführungen durch einzelne Phänomene fähig; auch ließen sich noch manche cosmologische Betrachtungen daran knüpfen. Aber ich bin müde über denselben Gegenstand zu schreiben. Das Uebrige ist ohnehin leicht, und kann von Jedem, dem dieses Fach der Naturlehre nicht fremd ist, ohne Mühe gefunden werden.

---

4. *Beschluſs.*

(Affinität erster Art, eine neu aufgedeckte Naturkraft.)

Ich habe in diesen drei Abhandlungen, so wie früher in meinem Grundrisse der theoretischen Physik, eine Naturkraft aufgedeckt, *die Affinität der ersten Art*, die, eben weil sie an den Grund-Eigenschaften der Körper nichts abändert, keiner Aufmerksamkeit gewürdigt worden war, kaum einen Namen erhalten hätte, ja sogar oft mit der Flächen-Anziehung verwechselt wurde. Die Affinität der zweiten Art, welche die Wunder der Verwandlungen sichtbar verrichtet, wurde dagegen vielfältiger Untersuchungen gewürdigt und hochgefeyert. Die Thätigkeit der Affinität der ersten Art ist weit verborgener, und vielleicht daher weit umfassender; denn es scheint, als ob die Natur sich

darin gefiele, gerade ihre thätigsten Kräfte dem physischen Auge zu entziehen, um dem Verstande die Ehre ihrer Entdeckung zu gönnen, die Wissbegierde zu reizen und den Forschungsgeist zu belohnen. Sie ist es, welche die Affinität der zweiten Art und die Magie aller ihrer Wirkungen möglich macht (s. Grundriss der theoret. Phys. §. 1050 S. 356 nach der ersten Tabelle), indem sie die heterogenen Stoffe durch die Flüssigkeiten, welche ihnen als Mittel dienen, wandern lässt und einander zuführt. Sie ist Herrscherin im ganzen Gebiete der chemischen Processe; von ihr aus gehen alle die Wirkungen hervor, die uns in ihrer Kleinheit entschlüpfen und in ihren grossen Resultaten in Erstaunen setzen. Sie ist für die unendlich kleinen Massen der Materie die Kraft, die ihnen Bewegung ertheilt, wie die Gravitation den grössern. In ihrer Thätigkeit spottet sie selbst dieser mächtigen Kraft, welche die Massen der Weltkörper sphärisch baute und ihre Bahnen ihnen vorschrieb. Der Schwere zum Trotze führt sie die Elemente der Materie in den Flüssigkeiten auf und ab und seitwärts, nach Belieben, als wäre die Materie nicht schwer, die Distanzen mögen in Zollen oder in Durchmessern von Planetenbahnen sich messen lassen. Und mit welcher Geschwindigkeit! die des Lichts verschwindet dagegen; die Phantasie erliegt unter ihrer Vorstellung, und die Hand ermüdet, die Ziffern zu schreiben, die erforderlich sind, um sie in Zahlen auszudrücken. Und dennoch zeigt sie

sich in den kleinsten meſsbaren wie in den gröſsten durch das Fernrohr noch erreichbaren Räumen; ja sie würde in dem kleinen Raume eines Zolls entdeckt und gemessen. Sie ist es, die Affinität der ersten Art, welche die tropfbaren Flüssigkeiten und die Gase unmerklich mischt, das Wasser von der Erdfläche bis in die höhern und höchsten Regionen unsrer Atmosphäre führt, und die bald stillen, bald schrecklichen, aber immer wohlthätigen Meteore veranlaſst. Sie ist es, welche dem Lichte seine Geschwindigkeit giebt, dem Lichte der Sonnen und unsrer Kerzen. Sie ist es, welche die Planetenwelt und unsere Zimmer erleuchtet, indem sie das Licht als Fackel überall herum trägt. Sie ist es, welche den Weg des Lichts aus einem Mittel in das andere bricht. Sie ist es, welche den Lichtstrahl spaltet, die zarten Farben des Regenbogens und das glänzende prismatische Bild erzeugt. Sie ist es, welche das Licht am Rande der Körper ab und zu lenkt und die Täuschungen der Horizontal-Refraction bewirkt. Sie ist es, welche in ihrem muthwilligen Spiele die niedlichen Farbenringe, zwischen gekrümmten Glasflächen und den Lamellen der Krystalle und im Gewebe der Perlenmutter, zur Schau stellt, und den Physiker mit diesen Räthseln neckt. Sie ist es, welche den isolirten Lichtstrahlenbündel in seinem Durchgange durch Glas, Wasser, Luft, sichtbar macht, und dabei, durch unzählige Irregularitäten in der Bahn

der Lichttheile, der tiefſinnigen Rechnungen des Optikers ſpottet *).

Zu einer andern Zeit werde ich zeigen, wie die Affinität der erſten Art den Wärmeſtoff bewegt und beherrſcht nicht minder als das Licht, wie ſie gleichfalls die Seele aller electriſchen Erſcheinungen iſt, und ſo in alle Räder der Natur mächtig, unwiderſtehlich greift.

Möge der Phyſiker dieſen hohen Standpunct, der die Chemie mit der Mechanik ſo innig verbindet, der in chemiſchen Phänomenen das mechaniſche Geſetz ſo klar aufdeckt, gehörig beherzigen! dann werden ihm die vielerlei einſeitigen Behelfe, welche eine enge Phantaſie zur Erklärung ſo vieler Erſcheinungen einzeln ausdachte, gegen die Einfachheit und den unermeſslichen Umfang der Wirkungen dieſer Affinität, kleinlich und unhaltbar vorkommen.

Parrot.

*) Ich ſpreche von der doppelten Brechung nicht, obgleich der Schlüſſel zu ihrer Erklärung in derſelben Theorie liegt, weil ich noch keine eigene Verſuche darüber angeſtellt habe, und bis jetzt die des Hrn. Malus nur unvollkommen aus Auszügen kenne. P.

III.

Versuche über das Fuhrwerk mit Rädern,

von

R. L. Edgeworth, Mitgl. der Londn. Soc. *)

Herr Edgeworth hatte schon im J. 1797 in den Schriften der Dubliner Gesellschaft der Wissenschaften Versuche bekannt gemacht, durch die er zu beweisen suchte, daſs das Aufhängen eines Wagens in Stahlfedern den Pferden das Ziehen desselben bei gleichem Gewichte erleichtere. Da indeſs der Wagen seines damaligen Apparates in die Runde lief, so war es nicht ganz ausgemacht, daſs die Schwungkraft nicht einigen Antheil an den Resultaten gehabt habe. Er wünschte daher seine Versuche mit einem Apparate wiederholen zu können, der den Wagen in eine geradlinige Bewegung versetzte. Einer seiner Söhne (William) übernahm es, einen solchen Apparat auszuführen, und zugleich eine Vorrichtung zu vergleichenden Versuchen mit Wagen von verschiednen Längen und Höhen zu tref-

*) Frei bearbeitet nach einem Auszuge aus Edgeworth's lehrreichem Werke: *Versuch über die Construction der Wege und der Räderfuhrwerke aller Art*, welches in London im vorigen Jahre erschienen ist, und wovon Herr Biot in Genf eine französische Uebersetzung angekündigt hat, von Gilbert.

sen. Hier die Beschreibung dieses Apparats und der Versuche, welche mit ihm angestellt wurden.

Einfluss der Stahlfedern.

Die Kraft, welche seine kleine Wagen in Bewegung setzte, bestand aus einem Gewichte, das mit ihnen durch eine Schnur verbunden wurde, und 25 Fuss tief senkrecht herabsinken konnte; die Schnur ging über eine, sich mit Freiheit drehende Rolle, und ein Windfang *(volant)* machte, dass das Gewicht gleichförmig herabsank. Bei diesem Sinken setzte es mittelst der Schnur, auf einer 75 Fuss langen horizontalen Ebene, das Modell eines Wagens mit hölzernen Rädern in Bewegung, das nach einem 8 Mal kleinern Maassstabe, als die wirklichen Wagen, (zu 1½ Zoll der Fuss) gemacht war. Der Durchmesser der Räder betrug 7 Zoll, und sie liefen auf geraden und polirten Axen. Das Gestell hatte einen 18 Zoll langen Baum *(longe)*, der sich bis zu einer Länge von 3 Fuss entwickeln liess, und auf ihm erhob sich ein 2¼ Fuss hoher, viereckiger *(carré)* hölzerner Rahm, an dessen oberem Theile ein Gewicht von 28 Pfund angehängt werden konnte, das sich nach Belieben bis an den Baum herablassen, oder in 15 Zoll Höhe über demselben erhalten liess. Oben auf diesem Rahm waren überdem zwei Rappierklingen von guter Sohlinger Fabrik, mit ihren dicken Enden befestigt, und an sie liess sich dasselbe Gewicht von 28 Pfund so aufhängen, dass es sich, wenn diese Stahlfedern sich bogen, in senkrechter

Richtung herab und wieder herauf bewegen konnte. Diese Stahlfedern liefsen sich nöthigen Falls von dem Rahmen, an welchem sie befestigt waren, abnehmen. Ein Pendel, welches halbe Secunden angab, diente die Zeit zu messen; und der Windfang regulirte die Geschwindigkeit so genau, dafs sich Resultate mit einer Genauigkeit von einer halben Secunde erhalten und vergleichen liefsen."

Um den Einflufs der Stahlfedern durch diese Versuche kennen zu lernen, bestimmte man die Gewichte, welche nöthig waren, den Wagen leer und mit 28 Pfund belastet, erst unmittelbar an ihm und dann an den Stahlfedern hängend, in Bewegung zu setzen. Bei allen diesen Versuchen waren auf der breternen Ebene hinter einander 30 Hölzer, jedes $\frac{3}{16}$ Zoll hoch, angebracht, über welche die Räder weggehn mufsten.

Versuch 1. Um die Rolle, welche nach der Basis des Apparats zu den Windfang trug, mit einer Geschwindigkeit von 2 engl. Meilen in der Stunde (oder von 2,75 parif. Fufs in 1 Secunde) in Bewegung zu setzen, wurde ein Gewicht von $1\frac{1}{2}$ Pfund erfordert. — Um den leeren Wagen (diese Rolle mit eingeschlossen) mit derselben Geschwindigkeit über den breternen Boden und die dreifsig Hindernisse fortzubewegen, mufste das Gewicht bis auf $4\frac{1}{2}$ Pfund vermehrt werden. — Als der kleine Wagen mit 28 Pfund belastet war, mufste man zu diesem Gewichte noch 6 Pfund hinzufügen, um ihn mit derselben Geschwindigkeit über die Hindernisse fortzubringen. — Als aber die Last an den

Stahlfedern hing, brauchte man, um dieſelbe Geſchwindigkeit zu erlangen, das Gewicht, welches dem leeren Wagen dieſe Geſchwindigkeit gegeben hatte, nur um 4½ Pfund zu vermehren.

Verſuch 2. Um die Geſchwindigkeit des Wagens in allen drei Fällen bis auf 3¾ engl. Meilen in 1 Stunde (oder 5,16 pariſ. Fuſs in 1 Secunde) zu bringen, während die Hinderniſſe dieſelben blieben, wurde erfordert, als der Wagen leer war, ein Gewicht von 7½ Pfund; und dieſes Gewicht muſste vermehrt werden, als der Wagen ſelbſt mit 28 Pfund belaſtet war, um 7½ Pfund, als man aber dieſe Laſt an den Springfedern hing, nur um 5 Pfund.

Verſuch 3. Es wurde darauf die Geſchwindigkeit des Wagens bis auf 5½ engl. Meile in 1 Stunde (oder 7,56 pariſ. Fuſs in 1 Secunde) vermehrt, und nun erforderte, um über dieſelben Hinderniſſe fortzugehn, der leere Wagen ein Gewicht von 10 Pfund, und bei einer Belaſtung mit 28 Pfund eine Vermehrung deſſelben, als die Laſt unmittelbar auf dem Wagen ſtand, von 12 Pfund, als ſie dagegen an Stahlfedern hing, nur von 6 Pfund.

Verſuch 4. Als alle Hinderniſſe von der Ebne weggenommen waren, ſetzten den Wagen mit derſelben Geſchwindigkeit von 5½ engliſche Meilen in 1 Stunde in Bewegung: ein Gewicht von 6 Pfund als er leer war, und noch 6 Pfund mehr als der Wagen ſelbſt mit 28 Pfund belaſtet wurde, dagegen nur 5½ Pfund mehr als dieſe Laſt an den Stahlfedern hing.

Diese Versuche beweisen nicht nur augenscheinlich, dass das Ziehen des Wagens erleichtert wird, wenn man die Last in Stahlfedern hängt; sondern sie belehren uns auch, dass die Stahlfedern beinahe den ganzen Widerstand vernichten, welchen der Theil der Last, der auf ihnen ruht, auf steinigen Strassen oder holperigem Pflaster zu überwinden haben würde, wenn keine Stahlfedern vorhanden wären. Denn es wurde, um dem Modell des Wagens eine Geschwindigkeit von $5\frac{1}{2}$ engl. Meile in 1 Stunde zu geben, auf einer Ebne ohne Hindernisse, als die Last nicht in Stahlfedern hing, eine Gewichts-Vermehrung von 6 Pfund erfordert, und als die Last in Stahlfedern hing, reichte dieselbe Vermehrung des Gewichtes hin, den Wagen mit eben der Geschwindigkeit über 30 Hindernisse fortzubringen.

Es scheint nach diesen Versuchen, dass die vortheilhafte Wirkung der Stahlfedern in eben dem Maasse zunimmt, als die Geschwindigkeit des Wagens grösser wird. Denn je nachdem die Geschwindigkeit 2, oder $3\frac{1}{2}$, oder $5\frac{1}{2}$ engl. Meilen in 1 Stunde betrug, gewann man durch die Stahlfedern in dem Verhältnisse von 4:3, oder von 3:2, oder ungefähr von 2:1.

2) Versuche mit langen und hohen Wagen.

Das Modell eines Wagens, welches zu diesen Versuchen diente, war so eingerichtet, dass die Dimensionen des Baums sich verändern liessen, bei

unverändertem Gewichte desselben; auch liess sich ihm etwas Elasticität erhalten, oder völlige Steifheit geben.

Versuch 1. Man gab dem Baum eine Länge von 1½ Fuss, von einer Axe zur andern, und stellte eine Last von 28 Pfund auf die Mitte dieses Baums. Bei dieser Vorrichtung wurde, um dem Wagen eine Geschwindigkeit von 5¼ engl. Meilen in 1 Stunde zu geben, ein Gewicht von 12 Pfund erfordert. — Darauf wurde die Länge des Wagens verdoppelt, indem man die beiden Axen 3 Fuss von einander entfernte. Als die Last von 28 Pfund wieder auf die Mitte gebracht war, fand sich, dass *genau dasselbe Gewicht* von 12 Pfund nöthig war, um dem Wagen dieselbe Geschwindigkeit zu ertheilen.

Dieser Versuch ist so oft wiederholt worden, dass man sich auf das Resultat verlassen kann, obgleich es in geradem Widerspruch mit der Meinung aller Fuhrleute steht, von dem Kärner im Fuhrmannshemde an, bis zu dem elegantesten Kutscher. Ein so allgemein verbreitetes Vorurtheil muss sich auf irgend etwas gründen; wahrscheinlich hat man bemerkt, dass bei einem kürzern Gestell die Räder leichter aus dem Geleise herauskommen, ihre Spur leichter verändern, auf einem kleinern Raume sich bewegen und leichter durch das Gedränge auf den Strassen hindurchkommen, als bei Wagen, die ein längeres Gestell haben. Wo diese Vorzüge von Werth sind, da kömmt es auf etwas leichteres oder schwereres Ziehen nicht an.

Versuch 2. Ueber den vermeintlichen Vorzug *hoher* Wagen gaben folgende Versuche Belehrung: Als die Last auf die Mitte des Gestells, 15 Zoll über den Baum, angebracht war, um einerlei Geschwindigkeit hervor zu bringen, wurde erfordert, ohne Stahlfedern ein Gewicht von 13 Pfund, und als die Last an Stahlfedern hing, ein Gewicht von 6¾ Pfd. Als die Last auf dem Baum stand, wurde im ersten Fall 12, im zweiten 6 Pfund Gewicht erfordert.

Es scheint nach diesen Versuchen, dass man verliere, wenn man den Schwerpunct des Wagens höher hinauf bringt, wenn der Wagen nicht in Federn hängt, im Verhältnisse von 26:24, hängt er aber in Federn, nur in dem Verhältnisse von 25:24. In beiden Fällen ist es nachtheilig, die Last höher anzubringen.

Ob hohe oder niedrige, lange oder kurze Wagen sich leichter ziehn lassen, sagt Hr. Edgeworth, ist ein Gegenstand des Streits, worüber vom Pair von England bis zum Postillon herab disputirt wird. Haben wir nun aber nachgewiesen, dass der geringe Unterschied, welcher hier Statt findet, zum Vortheil der niedrigen Wagen ist, so läfst sich mit Recht annehmen, dass blos die Unterthanen Sr. Majestät, welche sich der Gefahr aussetzen wollen den Hals zu brechen, es nöthig haben, sich 10 Fuss hoch in ihren Wagen über das Pflaster zu erheben, indess eine Höhe von 5 Fuss zu allen Bedürfnissen der Reise und zum leichtesten Ziehn der Pferde vollkommen ausreicht.

Noch eine hieher gehörende Frage ist folgende: Wenn in einem Wagen die Last hoch gestellt ist, und es haben entweder *blos* die Vorderräder oder *blos* die Hinterräder Hindernisse zu übersteigen, in welchem von beiden Fällen wird dazu die mehrste Kraft erfordert? und ist es nicht ein blosser Schein, dass im ersten Fall dazu weit mehr Kraft als in dem letztern nöthig sey? Folgender Versuch gab Herrn Edgeworth hierüber Auskunft:

Versuch 3. Es wurde die Spur der Hinterräder so vergrössert, dass die Räder des Vorder- und des Hinter-Wagen nicht mehr in einerlei Geleise hinter einander her gingen, und 5 verschiedne ⅞ Zoll hohe Hindernisse wurden auf der breternen Ebne so befestigt, dass entweder blos die Vorderräder oder blos die Hinterräder über sie weggehn mussten. Als die Last auf dem Baum stand, wurden, um dem Wagen eine Geschwindigkeit von 2¾ engl. Meilen in 1 Stunde zu geben, 3½ Pfund Gewicht erfordert, es mochten die Vorderräder oder die Hinterräder allein über die Hindernisse wegzugehn haben. Als aber die Last 16 Zoll über dem Baume stand, und die Vorderräder allein über die Hindernisse fort mussten, waren dazu nöthig 5¼ Pfund Gewicht; gingen dagegen die Hinterräder allein über die Hindernisse fort, so reichten 3¼ Pfund Gewicht dazu aus.

Es erklärt sich dieses daraus, dass, wenn der Schwerpunct sich in der Höhe befindet, und die

Vorderräder über ein Hindernifs weggehn, er einen Kreisbogen rückwärts befchreibt, in einer Richtung, welche der des Wagens faft entgegengefetzt ift. Das *Moment* der Bewegung des Wagens wird alfo dadurch vermindert, während zugleich feine Kraft der Trägheit aufs neue nach fenkrechter Richtung überwunden werden mufs, damit er über das Hindernifs fortkomme. — Wenn dagegen der Hinterwagen über das Hindernifs weggeht, und der Schwerpunct des Wagens liegt hoch; fo befchreibt diefer einen Kreisbogen vorwärts, ungefähr in der Richtung, in welcher fich der Wagen bewegt; feinem *Moment* wird daher nicht fehr entgegen gewirkt. — Steht die Laft in der Mitte des Baums, fo niedrig als er felbft, fo befchreibt fie beim Fortgehn fowohl der Vorder- als der Hinter-Räder über ein Hindernifs, einen Kreisbogen, der eine beinahe fenkrechte Lage hat, und diefes hat faft gar keinen Einflufs auf das *Moment* des Wagens. Die Kraft, welche ihn in Bewegung fetzt, braucht daher die Laft in fenkrechter Richtung nur die Hälfte der Höhe des Hinderniffes durchlaufen zu machen, und feine Trägheit nur in der Hälfte des Raums zu überwinden, welche der Vorderwagen oder der Hinterwagen von unten nach oben durchlaufen, indem fie über ein Hindernifs weggehn.

5) *Wiederholung der Verfuche mit Stahlfedern.*

Hr. Will. Edgeworth hat viele diefer Verfuche nochmals wiederholt mit einem Apparate, den er

für Bewegungen im Kreise eingerichtet hatte, und bei dem der im Kreise laufende Wagen nur ein einziges Rad hatte. Die Resultate dieser Versuche bestätigten die früheren. Die folgenden Versuche mit demselben verdienen hier erwähnt zu werden:

Das Rad war beladen und ging über Hindernisse weg mit einer Geschwindigkeit von 7½ engl. Meilen in 1 Stunde, welches die Geschwindigkeit der englischen Postkutschen ist. Ohne Stahlfedern wurden 22 Viertelpfunde als Kraft erfordert; wurde dagegen die Last von einer Stahlfeder getragen, so reichten 5 Viertelpfunde hin, ihr dieselbe Geschwindigkeit zu geben. — Die gemeine Meinung stimmt hier mit dem Resultate des genauen Versuches überein; denn man schätzt, dass Stahlfedern, in denen der Wagen hängt, auf 4 Pferde eins ersparen. Der Vortheil wird um so grösser seyn, je holpriger die Wege sind.

Nur unsere Wagenkasten hingen bis jetzt in Federn, das ganze Gestell des Wagens entbehrte diesen Vorzug. Vor Kurzem hat man aber, wie Hr. Edgeworth anführt, Constructionen von Equipagen erdacht, in welchen fast die ganze Last auf sehr leichten Stahlfedern von einer sinnreichen Gestalt ruht; er lobt besonders einige elliptische und schmiegenförmige (*à sauterelle*), beschreibt sie aber nicht genauer. In einigen dieser Wagen hat man den Baum ganz weggelassen, welches er aber für gefährlich und mit grossen Nachtheilen ver-

bunden hält. Dagegen findet er es vortheilhaft, den Baum so elastisch als möglich zu lassen.

Folgendes ist die *Theorie*, durch welche er den Nutzen erklärt, den es hat, wenn man bei Wagen die Last auf Stahlfedern ruhen läfst: Wenn die Räder eines Wagens über ein Hindernifs fortgehn, so mufs die Last, ruht sie nicht auf Stahlfedern, *augenblicklich gehoben* werden von dem Vorder- oder dem Hinter-Wagen; wird sie dagegen von Stahlfedern getragen, so äufsert sich die Wirkung des Ansteigens der Räder über ein Hindernifs hinweg nicht *unmittelbar* auf die Last, sondern der Anfang der Wirkung ist, dafs die *Stahlfedern*, sich biegend, *nachgeben* der ansteigenden Kraft des Rades und der Kraft der Trägheit der auf ihnen ruhenden Masse; und dieses Spiel der Stahlfedern giebt der bewegenden Kraft *Zeit*, um *allmählig* einen Widerstand zu überwinden, den sie hätte in einem Augenblicke überwältigen müssen, wäre zwischen ihr und der Last kein elastischer Körper gewesen. Diese Wirkung ist also nur ein besonderer Fall eines allgemeinen Grundgesetzes der Mechanik.

Der aufserordentliche Vortheil, den Stahlfedern dem Fuhrwerk bringen würden, welches bestimmt ist, mehr oder minder schwere Lasten fortzubewegen, hat Herrn Edgeworth veranlafst, darauf zu sinnen, ihren Gebrauch auf die gemeinen Wagen und Karren mit aller der Oekonomie auszudehnen,

welche künstliche Constructionen erfordern. Er giebt die Zeichnung eines zweirädrigen Karrn, dessen Kasten an seinen Enden aufliegt auf den Enden zweier Schwungbäume *(brancards)* von biegsamem Holze, welche in der Hälfte ihrer Länge auf der Axe aufsitzen, und die Stelle von Stahlfedern vertreten. Er hat diesen Karrn in allen Verrichtungen des Landbaus, wozu man solches Fuhrwerk anwendet, mit Nutzen gebraucht, und räth sehr, ihn allgemein einzuführen.

Er hat sich auch mit Versuchen im Grossen über die *Vergleichung des Widerstandes* beschäftigt, welche das Zugvieh an Pflügen und an den üblichen Fuhrwerken leidet. An Modellen angestellte Versuche dieser Art verwirft er; eben so macht er gegen die Anwendung aller bekannten Dynamometer bei Versuchen dieser Art im Grossen gegründete Einwürfe. Dagegen schlägt er ein sinnreiches und ziemlich einfaches Verfahren vor, dessen er sich bedient hat, und giebt dazu eine Zeichnung. Diese seine Vorrichtung besteht aus einem Vorderwagen, der ein grosses horizontales Rad trägt; um dieses Rad geht ein Seil, an dessen beiden Enden Fuhrwerke befestigt sind, von denen das eine bestimmt ist, dass man alle andere damit vergleiche. Wird dieser Vorderwagen fortgezogen, so kommen die beiden Fuhrwerke in Bewegung; sind beide gleich schwer und gleich gut gebaut, und ist der Weg beider

gleich eben, so gehn sie neben einander mit gleicher Geschwindigkeit her; leidet aber der eine mehr Widerstand als der andere, gleichviel aus welcher Ursache, so bleibt er im Verhältnisse dieses grössern Widerstandes hinter dem andern zurück. Er belastet dann den Wagen, welcher dem andern voreilt, stärker, bis sie mit gleicher Geschwindigkeit fortgehn. Die hinzugefügte Last dient, den Vorzug des einen Wagen vor dem andern zu messen.

Mit diesem Apparat hat er besonders zwei Karren von gleichem Gewichte, von denen der eine auf federnde Hölzer auflag, der andre nichts Federndes hatte, mit einander in Absicht des Widerstandes verglichen, den sie dem Ziehn auf einem Wege entgegen stellten, der weder gut noch schlecht war. Damit beide beim Fortgehn in einerlei Parallellinien blieben, musste jener mit 7 Männern und einem jungen Knaben, dieser aber nur mit 6 Männern beladen werden. Die Menschen wurden nachher gewogen, und es fand sich, dass durch die federnden Hölzer der erste Karren den Vorzug erhalten hatte, bei gleichem Ziehn mit $\frac{1}{7}$ Last mehr beladen werden zu können. Aus dem Berichte, welchen Hr. Ward im J. 1809 der Kammer der Gemeinen bei Gelegenheit der Bill über die Räder mit breiten Felgen abgestattet hat, erhellt, dass eine Sparniss von 1 Pferde auf 5 an grossen Lastwagen, der Nation

eine Ersparung von beinahe 3 Millionen Pfund Sterling machen würde.

Hr. Edgeworth beschliefst sein Werk mit einer Aufforderung an das Landbau-Departement, in der Nähe von London öffentliche Versuche im Grofsen, zwei oder drei Monate über, auf einer wirklich dazu eingerichteten Heerstrafse anstellen zu lassen. Während dieser Zeit liefsen sich wöchentlich einmal, unter mannigfaltiger Abänderung, alle diese Versuche wiederholen, welche einen so wichtigen Zweig des Landbaus und der Wirthschaft betreffen, zur Erbauung und Ueberzeugung der Physiker, der Gesetzgeber, der Pächter, der Fabrikanten, der Wagenbauer und der Fuhrleute und Kutscher aller Art, damit sie sich durch ihre eigne Sinne Belehrung über das verschaffen könnten, was über die Verbesserung des Räderfuhrwerks gesagt, geschrieben und versucht worden ist.

IV.

Neueste Arbeiten Sir Humphry Davy's,

aus einem Briefe, geschrieben von ihm

Rom d. 6. Febr. 18[illegible] *)

Ich habe jetzt zwei Abhandlungen vollendet, und sie an die königl. Societät zu London überschickt.

Die erste betrifft die *Farben der Gemälde der Alten.* Ich habe diese Farben untersucht und analysirt, und darunter zwei gefunden, welche wir nicht mehr besitzen. Die eine ist eine harte Glasfritte mit Kupfer gefärbt, dem Ultramarin ähnlich; die andere ein Purpur. Es ist mir gelungen, durch Schmelzen von Natron, Sand und Kupferfeile die blaue Farbe hervorzubringen; eine Erfahrung von 1700 Jahren giebt uns den Beweis, dass sie eine beständige Farbe ist. Die Griechen und die Römer besassen den Zinnober, die Mennige, das Auripigment, den Massicot, die Grüne aus Kupfer, die verschiednen rothen und gelben Ocher, und Braun des Mangan und der Kohle. Die Läden des alten Rom waren daher wahrscheinlich eben so gut als die des neuen Rom oder die in Florenz mit Malerfar-

*) An den Prof. De la Rive in Genf.

ben verſehn, und Apelles arbeitete mit Materialien, welche denen Raphael's nicht nachſtanden.

Die zweite Abhandlung beſchäftigt ſich mit einer *neuen Verbindung der Jodine mit Sauerſtoff* in *feſter* Geſtalt. Dieſe Verbindung beſtätigt meine frühere Meinung über die *Oxyodes*, und beweiſt, daſs es unmöglich iſt, auf dem Wege, welchen Hr. Gay-Luſſac eingeſchlagen iſt, eine reine Verbindung von Sauerſtoff mit Jodine zu erhalten; ich glaube, er habe blos eine Verbindung von Schwefelſäure mit dem neuen zuſammengeſetzten Körper bekommen. Dieſer neue feſte Körper iſt gelb, kryſtalliſirt in Rhomben, und läſst ſich ſublimiren, ohne ſich dabei zu verändern. Er weicht durch die Art ſeiner Verwandtſchaft von allen andern Säuren ab, denn dieſe ſcheint eben ſo groſs zu den übrigen Säuren als zu den Alkalien zu ſeyn. Mit den mehrſten Säuren bildet er Verbindungen, welche kryſtalliſiren. — — *)

*) Der Leſer wird die Abhandlungen ſelbſt in den erſten Stücken des folgenden Jahrgangs dieſer Annalen finden.
Gilbert.

V.

Einige physikalische Bemerkungen über das Theemachen *).

Die Physiker haben häufig Gelegenheit, sich von der Richtigkeit des Raths zu überzeugen, welchen schon Baco ihnen gegeben hat, die Volksmeinungen nicht leichtsinnig zu verachten. Gewöhnlich irrt das Volk nicht in dem, was Beobachtung ist, mögen auch die Schlüsse, die es daraus zieht, noch so falsch seyn. Unterrichtete Männer sind vielleicht allzu leicht geneigt, Thatsachen, deren Erklärung nicht sogleich in die Augen springt, für Volks-Irrthum zu halten, und nicht selten sind sie dadurch verleitet worden, interessante Erscheinungen zu vernachlässigen, welche von aller Welt wahrgenommen worden, also von Augenzeugen, deren Unpartheilichkeit nicht bezweifelt werden kann, da Meinungen und Hypothesen auf ihre Art zu sehn keinen Einfluss haben.

Ein recht gutes Belege hierzu geben die Meinungen, welche über die beste Art Thee zu machen in Umlauf sind. Es ist seit geraumer Zeit allgemein angenommen, dass der Thee stärker werde, wenn man ihn in einer silbernen, als wenn man ihn in einer Wedgwood'schen Theekanne macht; dass da-

*) Ausgezogen aus Tilloch's *Philos. Magaz.* N. 87. G.

gegen, wenn man zum zweiten Male Wasser auf die Blätter in der Kanne aufgiesse, die silberne Theekanne mehr einen schwächern Thee als die Kanne aus Wedgwood'scher Waare gebe. Man zieht aus diesem Grunde die thönerne vor, es sey denn, die silberne Theekanne habe eine solche Grösse, dass sie die ganze Infusion, deren man bedarf, mit einem Male in sich aufnehmen kann.

Diese Volksmeinungen scheinen in der That nicht ungegründet zu seyn, und erklären sich recht gut aus der durch die Rumford'schen und Leslie'schen Versuche begründeten Thatsache, dass Körper mit polirten Oberflächen die Wärme länger als andre zurück behalten. Das Wasser bleibt aus diesem Grunde in einer silbernen Theekanne länger heiss, und zieht also den Thee besser aus, lässt aber eben deshalb weniger extractive Theile in ihm für den zweiten Aufguss des Wassers zurück, als in der Wedgwood'schen Theekanne, wo das zuerst aufgegossene Wasser gleich anfangs kälter wurde, also weniger Theile auszog, und mehr für den zweiten Aufguss zurückliess, als in der silbernen Theekanne.

Man behauptet ferner, der Thee werde unter übrigens gleichen Umständen besser, das heisst der Aufguss stärker, in einer Theekanne, deren Form sich der Kugelgestalt nähere, als in jeder andern. Ein hohler kugelförmiger Körper hat bekanntlich bei gleichem Inhalt mit andern den kleinsten Umfang, wird also, wenn man ihn voll kochendes Wasser giesst, in gleicher Zeit, unter übrigens gleichen

Umständen, weniger Wärme als jeder anders gestaltete verlieren. Und dieses ist der Grund, warum in einer kugelförmigen Theekanne die Thee-Infusion stärker als in jeder andern werden muss, und zwar bei grossen Theekannen verhältnissmässig noch mehr als bei kleinen. Die Sache ist also kein Vorurtheil.

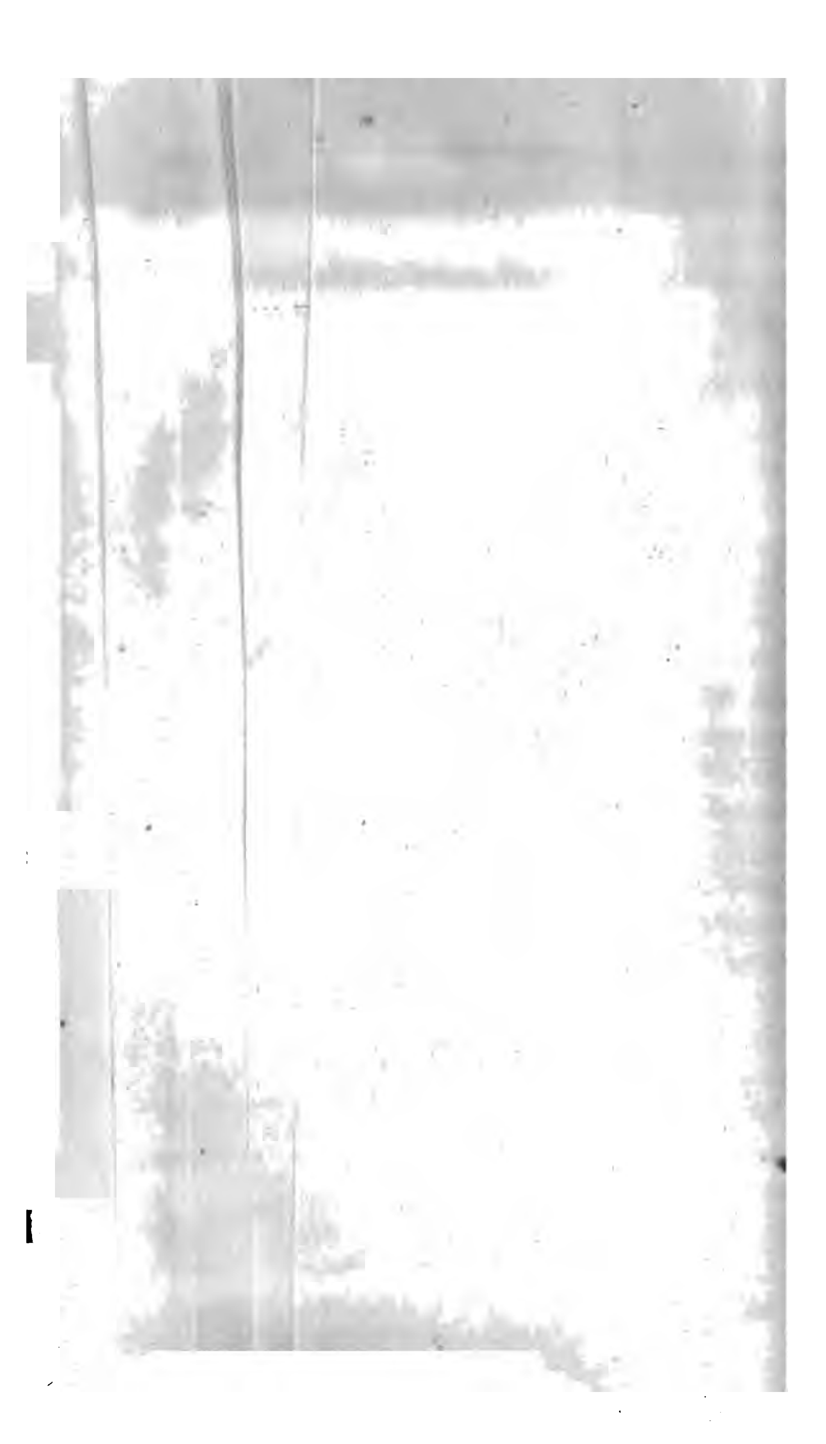
Warum die Thee-Infusion stärker wird, wenn man anfangs nur wenig kochendes Wasser aufgiesst, und erst, wenn dieses Wasser gezogen hat, mehr nachgiesst, davon ist die Ursache die folgende. Nur das Wasser, welches mit den Theeblättern in Berührung ist, kann sie ausziehn; da dieses Wasser aber, besonders in einer schwarzen Wedgwood'schen Kanne, schnell erkaltet, so wird die extractive Kraft grösser werden, wenn man nachher noch viel kochendes Wasser zugiessen kann, als wenn alles kochende Wasser mit einem Male aufgegossen wird, denn diess erkaltet alles zugleich. Wenn Wasser wieder darauf gegossen worden, hilft Nachfüllen von Blättern wenig, weil das Wasser in eben dem Grade, als es erkaltet, unfähiger wird, die Theeblätter auszuziehn.

Taf. 3.

f
g
h
E.
D.
B.
q
p
X.
Y.
a
c.
e
F.
C.

v. q. r.
D.
E.
o. q. r.

Gilb. N. Ann. d. Phys.



ANNALEN DER PHYSIK.

JAHRGANG 1815, ZWÖLFTES STÜCK.

I.

Darſtellung Volta's ſeiner Unterſuchungen über die galvaniſche Electricität und ihrer Reſultate *).

Dem anonymen Verfaſſer dieſer Schrift hatte ſeine Verehrung gegen ſeinen Lehrer Volta den glücklichen Gedanken eingegeben, die ganze Reihe der Entdeckungen und Theorieen dieſes groſsen Phyſikers, der unter allen noch lebenden Electrikern der Erſte iſt, in ein Ganzes ſyſtematiſch zuſammen zu ſtellen. Er wurde noch jung der Wiſſenſchaft, die er mit groſsem Eifer trieb, entriſſen, und ver-

*) *Die Einerleiheit der electriſchen und der ſogenannten galvaniſchen Flüſſigkeit ſiegreich bewieſen; mit neuen Verſuchen und Beobachtungen. Eine dem P. Conſtiliacchi, Prof. d. Exp. Phyſ. zu Pavia, mitgetheilte und von ihm mit Anmerkungen herausgegebene Abhandlung; Pavia* 1814. 144 S. 4., *mit dem* (ſehr ähnlichen) *Bildniſſe und vollſt. Schriften-Verzeichniſſe Volta's.* Dieſes iſt der vollſtändige Titel der wichtigen Schrift, aus der in der *Bibl. britann.* Vol. 58. No. 4. dasjenige ausgezogen iſt, was man hier frei dargeſtellt findet. *Gilb.*

machte bei seinem Tode das Manuscript Herrn Configliacchi, dem er dabei unter andern Folgendes schrieb: „Sie werden Sich überzeugen, dass diese Schrift wie unter den Augen meines berühmten Lehrers, Ihres Vorgängers in der Professur zu Pavia, geschrieben ist, und dass der Erfinder des Condensators und der electrischen Säule selbst in ihr die Schlüsse macht und die Versuche angiebt, und nicht sein Schüler. Dieses müssen Ihnen die originalen Ideen sagen, auf die Sie in Menge stossen werden, die glückliche Erfindung der Versuche, die Kunst sie auszuüben, ihre Präcision, die vielen nützlichen Anwendungen, die wissenschaftliche Sprache, und der Styl selbst. Ich lege mir nicht einmal das Verdienst der Arbeit bei, sondern blos das, alle diese schönen Resultate in ein Ganzes vereinigt, und dieses Ihrer treuen Hand anvertraut zu haben."

„Der Wunsch dieses Freundes, sagt Hr. Configliacchi, war für mich ein Befehl. Ich legte Hand an das Werk, wiederholte öffentlich die mehrsten neuen Versuche, welche diese Darstellung enthielt, und überzeugte mich auf eine Weise, die nicht den geringsten Zweifel übrig liess, sowohl durch die Sache selbst, als auf dem Wege der Freundschaft, mit der mich das Haupt der Electriker beehrt, dass alle Wahrheiten, die in dieser Schrift glänzen, wirklich unter jenem Stempel geprägt sind, und es bleibt mir kein Bedenken übrig. . . Herr Configliacchi führt unter den Gründen, die ihn be-

wogen haben, dem Wunſche ſeines Freundes nachzukommen, auch ſeinen Vorſatz an, ſelbſt Unterſuchungen über die Erſcheinungen an den electriſchen Fiſchen, und insbeſondere an dem Zitterrochen, bekannt zu machen; man werde ſehn, von welchem groſsen Nutzen dieſes Werk ihm dabei geweſen ſey, und ſeinen künftigen Leſern werde es nicht minder nützlich ſeyn.

Zugeeignet iſt das Werk ſeinen Schülern. Ihnen ſagt Hr. Conſiliacchi in der Zueignung unter anderm: „Ich ſehe in Euch die künftigen Stützen der electriſchen Theorie, welche auf dieſer Univerſität entſtanden iſt, und aus der die Electromotore hervorgegangen ſind. Dieſe Schrift wird Euch, wie ich hoffe, bewahren gegen Vorurtheile, die man zu ſchnell angenommen hat, und gegen vage Hypotheſen; und ſie wird Euch lehren, wie der, dem Wahrheit am Herzen liegt, in neuen Unterſuchungen vorzuſchreiten hat. Das Prisma blieb in der Hand Grimaldi's unfruchtbar, in der Newton's wurde es eine Quelle glänzender und nützlicher Entdeckungen; ſo muſs auch der gelehrte Galvani in einer der gröſsten Entdeckungen, welche je in der Phyſik gemacht worden ſind, die Palme Volta'n überlaſſen, wenn er gleich die erſten Erſcheinungen, durch die ſie verbreitet wurde, aufgefunden und ihnen ſeinen Namen aufgeprägt hat."

Das Werk beſteht aus ſieben Abſchnitten, welche folgende Ueberſchriften haben · *Abſchnitt* 1. Von dem einfachen Galvanismus; d. h. von den

Erſcheinungen, welche man galvaniſche nennt, und die durch Aneinanderlegen von 2 oder 3 verſchiedenen Leitern oder Electricitäts-Motoren hervorgebracht werden. *Abſchnitt* 2. Von dem zuſammengeſetzten Galvanismus oder vielmehr Voltaismus; d. h. von den Apparaten, die aus einer regelmäſsig geordneten Reihe einfacher Electromotore beſtehn. *Abſchnitt* 3. Von der Eigenſchaft der Electromotore, eine Leidner Flaſche oder eine Batterie in der kürzeſten Zeit und mit einer ihrer eignen gleichen Spannung zu laden, ſo daſs ſie Schläge giebt, welche ihrer Ladung und ihrer Capacität proportional ſind. *Abſchnitt* 4. Von dem ſchwachen Leitungs-Vermögen des reinen Waſſers, und Beweiſe, daſs ein electriſcher Strom beim Hindurchgehn durch daſſelbe ſich zum Theil zerſtreut, und auſser dem geraden, noch viele andre längere Wege einſchlägt; und Anwendung dieſer Reſultate auf Schläge, die unter dem Waſſer ertheilt werden, wie die des Zitterrochen, der Säulen und der Leidner Flaſche. *Abſchnitt* 6. Von den übrigen Wirkungen, welche die Electromotore unabhängig von den Schlägen auf die thieriſchen Organe, und beſonders auf die der Sinne hervorbringen. *Abſchnitt* 7. Fortſetzung des vorhergehenden Abſchnitts; Bemerkungen über einige beſondere Umſtände, welche die Stärke und die Natur der Eindrücke modificiren, welche die Electromotore auf unſere Sinnes-Werkzeuge hervorbringen.

Als Probe mögen hier die Verſuche ſtehn, durch welche die Erſcheinungen der Säule mit denen des Zitterrochen, über die Herr Confiliacchi nächſtens eine eigne Arbeit bekannt machen will, in eine mehr oder minder unmittelbare Beziehung geſetzt werden.

Nachdem der Verf. durch beſondere und mannigfaltig abgeänderte Verſuche nachgewieſen hat, daſs Waſſer ein ſchlechter Leiter iſt, giebt er folgendes Verfahren, als eins der am leichteſten zu wiederholenden an, durch das man ſich von der Analogie dieſer beiden Klaſſen von Erſcheinungen überzeugen könne: „Man nehme, ſagt er, eine groſse ſehr wirkſame Säule, und überziehe ſie ihrer ganzen Länge nach mit einer dicken feuchten Haut oder einer andern ähnlichen Hülle, damit ſie den electriſchen Organen des Zitterrochen, die ſich in dem Körper des Thieres befinden, deſto ähnlicher werde. Sie muſs an irgend einer Stelle unterbrochen ſeyn, doch ſo, daſs man die Unterbrechung nach Willkühr aufheben könne; es iſt am beſten, ſie in zwei Säulen zu theilen, die man neben einander ſetzt, und nur durch einen kleinen Zwiſchenraum trennt. Mit den Polen dieſer unterbrochnen Säule ſetze man zwei lange Metallſtreifen oder dicke Dräthe in Berührung, und führe ſie in ein nicht aus Metall beſtehendes Gefäſs mit Waſſer, ſo daſs ihre Enden ſich unter dem Waſſer in einem Abſtande von einigen Zollen von einander befinden, tauche dann die Hände in das Waſſer und

bringe sie in die Nähe der Dräthe oder berühre diese. Man empfindet dann jedesmal einen Schlag, so oft der Kreis geschlossen wird, wenn beide Theile der unterbrochnen Säule entweder in unmittelbare Berührung gesetzt, oder durch einen guten Leiter mit einander verbunden werden; doch ist der Schlag minder stark, als man ihn empfindet, wenn man die beiden Dräthe ausser dem Wasser berührt. Gerade so verhält es sich mit dem Zitterrochen; seine Schläge sind ausserhalb des Wassers viel stärker als im Wasser."

Volta giebt noch eine andere Art an, diesen Versuch anzustellen, indem man die Organe des Zitterrochen und sein Verfahren einen Schlag zu geben, noch besser nachahmt. Er stellt zwei Säulen so neben einander, dass sie nur eine einzige bilden, wenn man ihre obern Enden mit einander verbindet; und es ist noch besser, der Säulen noch mehr zu nehmen, um die kleinen stratificirten Säulen oder mit auf einander liegenden Querhäutchen angefüllten Röhren nachzubilden, die gewöhnlich vom Bauch bis an den Rücken des Thieres reichen, und, wie bekannt, seine electrischen Organe bilden. Diese Säulen müssen so gestellt seyn, dass ein stark genässtes Leder, das sich in einer kleinen Entfernung über ihren oberen Enden befindet, wenn man es etwas herunter drückt, eine gute Leitung zwischen ihnen hervorbringt. Von den beiden Enden dieses Apparats leitet man wieder zwei Metallstreifen oder Dräthe in das Wasser eines Gefässes, und wiederholt den Versuch gerade

so als vorhin. So oft man das nasse Leder herunter drückt, und dadurch die Kette schliesst, erhält der, der seine Hände unweit der Dräthe in dem Wasser hält, einen Schlag; und dieses Verfahren den Schlag zu ertheilen, hat, wie man sieht, die gröſste Aehnlichkeit mit dem, durch welches der Zitterrochen seinem Schlage zu ertheilen scheint, wenn er plötzlich dem electrischen Strome, den seine Organe in Bewegung zu setzen das Vermögen haben, freien Lauf giebt. Man sieht ihn dann diese Organe zwischen seinen Bauch und Rücken pressen, und dabei die nämliche Wirkung erzeugen, welche man in dem eben beschriebnen Versuche durch Herunterdrücken des nassen Leders erhält.

Man empfindet bei diesen Versuchen den Schlag nicht blos, wenn sich die Hände im Wasser zwischen den beiden Enddräthen der Säule, sondern auch wenn sie sich seitwärts in einigen Abständen von ihnen befinden. Ist die Säule sehr stark und leitet das Wasser nur sehr wenig (d. h. ist es rein), so erhält man einen Schlag, auch wenn die Hände sich eine Spanne *(Palme)* und mehr, auſserhalb dem directen Kreislaufe befinden; ist dagegen ein Salz im Wasser aufgelöst, wenn auch so wenig, daſs man es kaum schmeckt, so läſst es den electrischen Strom, der von einem Pole nach dem andern hin strebt, leichter durch sich hindurch, und dieser weicht daher nicht so weit seitwärts aus, so daſs man viel schwächere Schläge erhält, und sie etwas

stark nur fühlt, wenn man die Hände in die Kette selbst bringt. Derselbe Unterschied findet bei dem Zitterrochen Statt, wenn man ihn in süsses Wasser und dann in Meerwasser setzt.

Macht man das Wasser sehr salzig, so empfindet man bei diesem Versuche auch in der Kette selbst keinen Schlag mehr, weil dann dieses Wasser die electrische Flüssigkeit besser als der menschliche Körper durch sich hindurch leitet; wenigstens ist dann der Theil desselben, der durch den Körper hindurch geht, zu schwach, um wahrgenommen zu werden.

Diese Versuche lassen sich mit der Leydner Flasche eben so, als mit der Säule anstellen, mit dem einzigen Unterschiede, dass man die Flasche jedes Mal aufs Neue laden muss, indess die Säule sich immer von selbst wieder ladet. Dass diese Annäherung der Wirkungen des Zitterrochen an der Leidner Flasche schon von Cavendish in einer Abhandlung aus dem J. 1776 gemacht worden ist, erlaubt den Herausgeber seine Rechtlichkeit nicht zu verschweigen; auch hatte Cavendish damals schon das schlechte Leitungs-Vermögen des Wassers in Vergleich mit dem der Metalle erkannt *). Durch Volta's Erfindung der Electromotore wird aber der Beweis des Parallelismus beider Erschei-

*) Aeltere Leser dieser Annalen werden bemerkt haben, dass alles dieses ganz dem Inhalte der Briefe entspricht, mit welchen mich Volta in dem J. 1803 beehrt hat, und die man in B. 14, S. 247 findet. Gilbert.

nungen erst vollständig, da die Säule dadurch, dass sie sich von selbst wieder ladet, mit dem Zitterrochen weit mehr Aehnlichkeit als die Leydner Flasche hat.

Die Resultate, mit welchen das Werk sich schliesst, mögen hier ausführlich stehn:

„Nachdem wir, heisst es, unter allen Ansichten die Erscheinungen betrachtet haben, welche der durch Electromotore erregte electrische Strom in den thierischen Organen hervorbringt, und bei denen die Physiologie unmittelbar interessirt ist, wären nun noch eine grosse Menge andrer Thatsachen, physikalische und chemische, in Ueberlegung zu ziehn, die von derselben Ursache in unorganischen Körpern, den Metallen, dem Wasser, den Salzen u. s. f. hervorgebracht werden, und nicht minder überraschend sind. Er glüht, schmelzt und verbrennt Metallblättchen und Dräthe; entbindet aus dem Wasser Sauerstoffgas und Wasserstoffgas, und aus andern tropfbaren Flüssigkeiten andere Gasarten; oxydirt und desoxydirt, verbindet und zersetzt. Alle diese Wirkungen treten aber, obgleich sie demselben Wirkungsmittel angehören, gewissermassen aus der Sphäre des Galvanismus heraus, welcher anfänglich nur eine Wirkung umfasste, von der man annahm, dass sie ihren Ursprung aus thierischen Organen habe, und die Galvani *thierische Electricität* genannt hatte; und wenn er gleich nachher diese Wirkung auch anderswo fand, so betrachtete er sie doch nur in Beziehung ihres Einflusses auf diese Organe, und als

durch sie modificirt. Er hatte auch nicht die mindeste Ahnung von den andern so merkwürdigen Erscheinungen, welche diese Kraft in unorganischen Körpern bewirkt. Die Entdeckung dieser letzteren, durch welche ein weitläufiges, besonders für die Chemie interessantes Feld aufgeschlossen worden ist, verdanken wir ganz und gar Volta's Erfindung der *Säule* und der *zusammengesetzten Electromotore*. Wir behalten es uns vor, in einer andern Abhandlung von diesen Erscheinungen zu handeln, welche bis jetzt weder hinlänglich bekannt noch gut erklärt sind, und über die man in den letzteren Jahren so viel gestritten hat. Es genügt uns in dieser Abhandlung mit Hülfe unsers gelehrten Meisters folgende Wahrheiten dargethan zu haben:

„1) In denjenigen Erscheinungen, welche man noch jetzt *galvanische* nennen kann, d. i. in denen, welche die Thiere betreffen, wird die Electricität nicht durch Lebenskraft oder eine organische Kraft in Thätigkeit gesetzt, und es gebührt ihr folglich nicht der Name *thierische Electricität*. Sie wird vielmehr nur durch die Berührung verschiedner Leiter, besonders metallischer, eines mit dem andern in Bewegung gesetzt, durch eine Action, die sich blos in dieser Berührung entwickelt, und die der electrischen Flüssigkeit den Impuls giebt, welche Flüssigkeit die thierischen Fibern, durch die sie ihren Weg nimmt, reizt etc."

„2) Diese verschiednen Leiter, oder, wie sie sich noch schicklicher nennen lassen, Beweger der

Electricität, bilden, wenn sie in einer schicklichen Reihe verbunden werden, nach Verschiedenheit der Einrichtung verschiedene electromotorische Apparate, desto kräftigere, je besser sie ausgewählt und je zahlreicher sie sind."

„3) Die Metalle und die andern Leiter erster Klasse sind zwar im Allgemeinen als Beweger weit kräftiger, als die feuchten Leiter oder die Leiter zweiter Klasse, doch lassen sich auch aus diesen letztern, bei einer schicklichen Auswahl, ziemlich starke electromotorische Apparate zusammensetzen, und diese lassen sich selbst aus blossen vegetabilischen oder thierischen Körpern erhalten."

„4) Die electrischen Organe des Zitterochens gehören zuverlässig zu dieser letzteren Art, so wie die der übrigen Fische, welche die wunderbare Eigenschaft besitzen, electrische Schläge zu ertheilen. Dieser Wirksamkeit kömmt die Benennug *thierische Electricität* in dem Sinne oder unter der Voraussetzung nicht zu, dass sie durch eine wirkliche vitale und organische Action erzeugt oder in Bewegung gesetzt werde, welches der Fall nicht ist. Sie ist eine blos physikalische und physiologische Erscheinung, eine unmittelbare Wirkung des electromotorischen Apparats, welcher sich im Innern des Fisches befindet und den künstlichen Electromotoren ähnlich ist, und wie diese durch eine Kraft wirkt, die ihm vermöge seiner Construction, das ist vermöge der gegenseitigen Berührung verschiedner Leiter, zukömmt."

„5) Die electrische Flüssigkeit ist weder in diesen besondern Organen des Zitterrochen und des Gymnotus, noch in den Organen der Thiere überhaupt, auf irgend eine Art animalisirt, wie Galvani sich das gedacht hat; und sie erleidet in diesen Organen keine Art von Veränderung. Sie ist reine und bloſse Electricität, durch diese Vorrichtungen, welche man im Allgemeinen Electromotore nennt, erregt, und von der der Leidner Flasche, mit der ich sie oft verglichen habe, in gar keiner Beziehung verschieden.“

„6) Es verhält sich endlich mit der Electricität der Electromotore eben so als mit der der Flaschen, und genauer noch der groſser Batterieen, welche, wenn gleich die Spannung oder Ladung nur schwach ist, doch ansehnliche Wirkungen hervorbringen, wegen der Länge der Dauer der Entladung. Bei gleicher Spannung bleiben sie während des Entladens noch eine viel längere Zeit, ja immerfort, geladen. Es ist daher mehr als überflüssig, zur Erklärung der sogenannten galvanischen Erscheinungen zu irgend einem von der Electricität verschiedenen Wirkungsmittel seine Zuflucht zu nehmen; und man muſs die Stoffe nicht ohne Noth vervielfältigen.“

II.

Der Galvanismus, und neuer Versuch, ihn zu erklären,

von

Dr. JOSEPH WEBER, Direct. des Lyc. u. Prof. d. Phyſ. zu Dillingen, u. d. Akad. d. Wiſſ. zu München ord. ausw. Mitgl. *)

1.

Die Erſcheinungen, welchen eine Thätigkeit zu Grunde liegt, die man *Galvanismus* nennt, laſſen ſich zurückführen auf die der *einfachen Kette* und auf die der *Verſtärkung*. Sind daher die Geſetze aufgefunden, woraus die Hauptphänomene ſowohl der einfachen Kette als die der Verſtärkung hervorgehn und verſtändlich werden, ſo iſt allerdings *der Galvanismus erklärt.*

2.

Die Geſetze, die in den galvaniſchen Verſuchen walten, ſind die des *electriſchen* und *che-*

*) Es ſey mir erlaubt hier Vorberichtsweiſe zu erinnern, daſs eine neue Anſicht nur für Kenner, und nicht für ſolche, welche die Sache erſt ſtudiren wollen, beſtimmt iſt; daſs das Erſcheinen derſelben in den Annalen weder beweiſe, daſs ich für meinen Theil ſie für gelungen halte, noch daſs ich der Art des Auffaſſens, Darſtellens und Erklärens beiſtimme; daſs aber auch eben ſo wenig eine Bemerkung wie dieſe den Leſer gegen einen ſolchen Verſuch auf irgend eine Art im voraus einnehmen dürfe. *Gilbert.*

mischen Lebens. Denn *der Galvanismus* (die in den galvanischen Erscheinungen wirkende Thätigkeit) ist nur *Wechselkampf des Electricismus und Chemismus*, aus der bald jener, bald dieser, bald beide sieghaft hervorgehen. Die Richtigkeit dieser Ansicht soll sich in dem Folgenden selbst erproben.

3.

Ich entlehne aus meiner *Electricitätslehre* (*Theorie der Electricität*, Landshut 1808) als *erwiesene Sätze* folgende:

a) Die *Electricität* (der *Electricismus*) ist eine Flächenkraft, durch blosse Berührung zweier Gegensätze erregbar.

b) Die erregte Electricität *irgend eines flachen Körpers* (Kuchens, Scheibe etc.) tritt allemal mit zweifachem Charakter hervor, auf einer Seite +E, auf der andern —E.

c) Die aus der Indifferenz, E, hervorgegangenen Differenzen +E und —E streben, sich einander suchend, zur Wieder-Vereinigung, und ihre Wirksamkeit erlischt erst in der errungenen Wieder-Vereinigung.

d) Die im Conflict begriffenen Differenzen +E und —E erregen durchweg sich einander wechselsweise.

e) Der *Chemismus* ist wie der Electricismus eine dynamische Thätigkeit, aber nach allen Dimensionen wirkend, die Masse durchgreifend,

f) Der *Electricismus*, durch Berührung zweier entgegengesetzten Flächen erregt, bedingt in einem angränzenden feuchten Medium den Chemismus, der hinwieder den Electricismus bedingt.

Nun die Ableitung der Hauptphänomene der einfachen Kette und der Verstärkung aus diesen Sätzen.

4.

Zu den *Hauptphänomenen der einfachen Kette* rechne ich: a) die Reizung der Nerven- und Muskel-Fasern in ihrer Berührung mit zweierlei Metallen; b) dieselbe Reizung derselben Nerven- und Muskel-Fasern mit reinem Wasser; c) die Nachlassung der Reizung nach geschlossner Kette, und neue Reizung bei Oeffnung der Kette.

5.

a) *Reizung der Nerven- und Muskel-Fasern in ihrer Berührung mit zweierlei Metallen.* Ein Froschschenkel wird gewaltig gereizt, wenn sein Cruralnerve auf einer Zinkfläche und sein Wadenmuskel auf einer Silberfläche aufliegt, und dann die beiden Metalle mit einem leitenden Bogen berührt werden. Die *Zink-* und *Silber-Platte* bilden *zwei Gegensätze*, die sich zu einander verhalten wie *Negatives* zum *Positiven*. Die *Zinkfläche* vom *negativen* Charakter, und die *Silberplatte* vom *positiven* Charakter, die sich mittelst des Thierorgans berühren, erregen sich einander wechselsweise, das +E des Silbers erregt das −E des

Zinks, und macht dessen +E frei, während daſs im Silber das —E in Freiheit tritt. Es befindet ſich daher die aufliegende *(untere)* Seite des Silbers im Zuſtande +E, die *obere* aber im Zuſtande — E (3. 2). Das Aehnliche muſs in der correſpondirenden Zink-Platte Statt haben; dieſe hat an der *untern* Seite —E, indem die *obere* ſich im Zuſtande +E befindet *). Der electriſche Zuſtand beider Platten wird erſt noch *erhöht* nach dem *Geſetz der wechſelweiſen Erregung* (3. 4.), und einem *Geſetze des Electrophors* zu Folge, das wir *condenſatoriſch* nennen (Theorie der Electricität):

Es erhellet hieraus, daſs ſich alſo bei der einfachen Kette jedes Metall auf *beiden Seiten* in einem electriſchen Zuſtande befindet, auf einer in dem von +E, auf der andern von —E;

daſs ſich die mit einander im *Conflicte* ſtehenden Flächen der *Silber-* und *Zink-Platten* verhalten wie —E zu +E;

daſs ihr electriſcher Zuſtand *erhöhter* iſt, als in ihrer iſolirten Berührung;

und daſs ſonach *Silber-* und *Zink-Platten* auf irgend einer Fläche *aufliegend*, und durch einen *feuchten Körper* verbunden, ſich *ganz anders* verhalten, als wenn ſie *auſser* ſolcher Verbindung, und *nicht aufliegend* behandelt werden.

*) Dieſe Erſcheinung erklärt man gewöhnlich durch *„die Vertheilung,"* aber damit giebt man für das *Zuerklärende* nur ein *Unerklärtes*. *W.*

Wird nun die Silber- und Zinkfläche (von —E und +E) durch einen leitenden Bogen in Verbindung gesetzt, so ist Weg gemacht zur Vereinigung der Differenzen —E und +E in die Indifferenz E (§. 3). Indess erfolgt diese Vereinigung durch den *bessern Leiter*, somit durch den metallischen Bogen, und es bleibt die Frage: *wodurch werden Nerven und Muskeln des Frosches gereizt?* Der Nerve auf der Zinkfläche +E, und der Muskel auf der Silberfläche —E aufliegend (oder umgekehrt) nehmen durch Berührung an der erregten Electricität Theil, und Nerve und Muskel kommen zu einander in das Verhältniss wie +E zu —E, und diese Entgegensetzung wird erst noch *erhöht* durch *Wechselwirkung* und nach dem Gesetze des *Condensators.* Vereinen sich daher mittelst des Bogens die Differenzen +E und —E der Metalle zur Indifferenz E, so suchen sich auch die Gegensätze der Nerven- und Muskel-Fasern, die durch die Unterlage nicht mehr gehalten werden, und treten im Momente der Kettenschliessung in Verein = E: wobei dann allerdings die Nerven- und Muskel-Fasern zusammengezogen, gereizt werden mögen.

* *Der Zustand erregter Flächenkraft in der einfachen Kette* ist demnach dieser:

die Silberplatte { unten +E; oben —E (in Berührung des Frosch-Organs)

die Froschorgane in Berührung
der Silberfläche = +E
der Zinkfläche = —E

die Zinkplatte $\begin{cases} \text{unten } +E \\ \text{oben } -E \end{cases}$ (in Berührung des Frosch-Organs).

Nämlich *die von einander abgewandten* Metallflächen *S* und *Z* verhalten sich zu einander wie + : —, und *dieselbe Polarität* entsteht in dem dazwischen liegenden *feuchten Körper H* (nach dem Gesetze der Erregung, (3). *Der Typus der einfachen Kette* ist demnach dieser:

$$S = \begin{cases} \text{unten } +E \\ \text{oben } -E \end{cases}$$

$$H = \begin{cases} \text{unten } +E \\ \text{oben } -E \end{cases}$$

$$Z = \begin{cases} \text{unten } +E \\ \text{oben } -E \end{cases}$$

** *Die Reizung des Froschorgans* erfolgt mit der *nämlichen Lebhaftigkeit*, wenn dasselbe auf dem blossen Tisch aufliegt, und ein leitender Drathbogen, der mit *Zink* endet, den *Nerven* berührt, und sein anderes Ende, das *Silber* ist, an den *Muskel* greift. Also die Berührung weniger Puncte bedingt die *Erregung der Flächenkraft:* woraus zu ersehen ist, dass das Minimum erregter Electricität in die feuchten Theile des thierischen Organs schon chemisch eingreift, und sonach *den Chemismus erregt*, der damit erregt *hinwieder* die *Electricität* erhöht (3. 6.). Es ist daher der *Muskelreiz*, durch die einfache Kette bewirkt, nur Erfolg der *Wechselwirkung des Electricismus und Chemismus.*

6.

2. *Reizung der Nerven- und Muskel-Fasern in ihrer Berührung mit dem reinen Wasser.* Stehen zwei Schalen voll Wasser neben einander, und ein präparirter Frosch wird so gelegt, dass seine Lendennerven in einer und seine Schenkelmuskeln

in der andern eingetaucht ſind; ſo erfolgt der Muskelreiz gleichmäſsig, ſobald der Drathbogen die Waſſerflächen beider Schalen berührt.

Nerve und *Muskel* bilden *für ſich* zwei *Gegenſätze*, und verhalten ſich zu einander wie *Plus zu Minus (Phyſiologie)*. Das *Waſſer*, das eine chemiſch-indifferente Subſtanz iſt, und durch Berührung mit dieſen Gegenſätzen in Conflict kömmt, iſt *leicht erregbar*, ſo daſs am Organ = +E das Waſſer — E, und am Organ = —E das Waſſer +E wird. Die Differenzen werden durch *Wechſelwirkung* und dem *condenſatoriſchen* Geſetze zufolge noch vergröſsert. Berührt man nun die Waſſerflächen mit einem leitenden Bogen, ſo greift dieſer in *zwei Gegenſätze* ein, und die zwei Gegenſätze verbinden ſich zur Indifferenz. Aber im Augenblicke kehren auch die *im Froſchorgan erregten Gegenſätze in Verein*, und reizen durch ihren Conflict die Faſern der Nerven und Muskeln.

Das *Verhältniſs*, das zwiſchen *Nerven und Muskeln* und *dem Waſſer* Statt findet, und ſich im galvaniſchen Reiz ſo auffallend ausſpricht, iſt dieſemnach in *phyſiologiſcher Hinſicht* allerdings von hoher Bedeutung.

7.

3. *Nach geſchloſsner Kette erliſcht die Reizkraft: ſie wird aber bei Oeffnung derſelben wieder thätig.* So lange das Verhältniſs der zwei Me-

tälle unter einander und zum Froschorgan daſſelbe bleibt, ſo *dauert* die wechſelweiſe Erregung der dynamiſchen Kräfte immer fort; aber die erweckten *erſchlaffen* ſogleich wieder in der *Indifferenz*, ſo lange die beiden Metallplatten durch einen Leiter in Verbindung ſtehen, oder die Kette geſchloſſen iſt. Sobald aber die Verbindung aufgehoben, die Kette geöffnet wird, ſo fängt die *Differenzirung* an *bleibend* zu ſeyn, und es erfolgt der Kräftenconflict, die Reizung.

8.

Nebſt den angeführten Hauptphänomenen der einfachen Kette iſt noch auszuzeichnen das *groſse Vermögen den Galvanismus zu leiten*, das im *reinen Waſſer* und im *menſchlichen* (thieriſchen) *Leibe* wahrgenommen wird. Nur *zwei Verſuche*.

Vorrichtung. Es ſeyen zwei armirte Stäbchen in Bereitſchaft. Stäbchen von Meſſing 6 Zoll lang, 1 Linie dick, an deren einem ein Viertelzoll langes Kupfer und Zink (*SZ*), am andern ein gleiches Stückchen Zink und Kupfer (*ZS*) angelöthet iſt, nenne ich *armirte Stäbchen*, denn ſie erweiſen ſich bedeutſam als Armaturen.

1. *Verſuch*. Man legt einen Froſchſchenkel mit ſeinem Lendennerven, an dem noch ein Stückchen Rückgrad hängt, in eine Schale voll Waſſer, den Schenkel aber in eine andre waſſervolle Schale; man reiht an die zwei Schalen *mehrere* an, und ſetzt ſie am Rande durch einen Stanniolſtreifen in

Verbindung. Das Wasser sey in allen Schalen *reines Wasser*. Nun berührt man das Wasser, in dem der Nerve liegt, mit dem Stäbchen, an dessen Ende Zink angelöthet ist, und dann das Wasser, worin sich der Muskel befindet, mit dem Stäbchen, das in Kupfer endet, und durch einen dehnbaren Drath mit dem ersten verbunden ist. Das Froschorgan wird mächtig gereizt, man mag das Wasser mit dem Stäbchen entweder in der *Nähe* oder *Ferne* desselben berühren, und diese Berührungen entweder in der *ersten*, *zweiten* oder *zehnten* Schale vornehmen. — Wenn das reine Wasser der Erregung, die hier eine schwache Electricität bewirkt (5. **), und der Fortpflanzung der Erregung merklich widerstände, würden solche Erfolge möglich seyn?

Nämlich *das Wasser* ist als indifferente Substanz (6.) eine Erscheinung, in der die Kräfte im vollkommnen Gleichgewichte, und sonach durch die leiseste Anregung in Thätigkeit zu setzen sind.

2. *Versuch*. Es liege ein präparirter Frosch auf einem hölzernen Teller ausgestreckt; man ergreife mit *trocknen Fingern* einen armirten Stab, und lege ihn mit dem Zinkende an einen Lendennerven; zugleich nehme man den andern Stab mit dem Kupferende zwischen die trocknen Finger der andern Hand, und rühre damit einen Muskel an: das Froschorgan wird stark gereizt. — Man lasse *mehrere Personen* sich die trocknen Hände bieten und einen Kreis machen; vor den äussersten Personen lege eine mit *trocknen Fingern* den armirten

Stab *Z* an den Nerven des Präparats, die andern den armirten Stab *S* mit trocknen Fingern an einen Muskel: es erfolgt der Muskelreiz.

* Der *menschliche Leib* erweiset sich daher bei dem Gebrauche der Stab-Armaturen *sehr erregbar*, ohne dass *das Oberhäutchen* ein merkliches Hinderniss entgegensetzte: sonach verhält sich der menschliche Leib in Hinsicht schwach erregter Electricität beinahe wie Wasser (5. **).

** Setzt man das armirte Stäbchen *Z* mit *trocknen Fingern* an den Nerven eines Froschschenkels, und greift mit einem *Finger der andern Hand* an den Muskel, oder berührt nur die feuchte Stelle, worauf er liegt, so zuckt der Frosch; welches nicht vorgeht, wenn man das Stäbchen mit dem Kupferende in die Hand nimmt und wie eben geschehen verfährt. Aus dem oben beschriebenen Versuche geht hervor: *die Fingerfläche stehe mit der Zinkfläche im hohen Gegensatze.* Diese *Thatsache* ist, zumal bei Versuchen mit dem *Condensator* in Anschlag zu bringen, welches Volta bei Beurtheilung folgenden Erfolges übersehen hat. Wenn man *Streifen* von *Kupfer* und *Zink* an den Enden zusammenlöthet, dann das Zinkende des Streifens zwischen die Finger nimmt, und mit dem Kupferende den obern Teller eines Condensators, der gleichfalls von Kupfer ist, berührt; so wird dieser *negativ* geladen. Hält man dagegen den Kupferstreifen zwischen den Fingern, und berührt den kupfernen Deckel des Condensators mit dem Zinkende, so erhält dieser keine Electricität. — Nämlich nur Zink macht mit den Fingern einen so grossen Gegensatz, dass die Erregung der Electricität durch den Zink und zwar = — E (ganz conform einem Gesetze No. 24 — 27,

meiner Theorie der Electricität) Statt hat, die sich dann dem Kupferstreifen, und durch diesen dem Condensator mittheilt. Da zwischen dem Kupfer und den Fingern sich kein so grosser Gegensatz findet, als zur Differenzirung der Indifferenz E nöthig ist; so wird auch dem Condensator keine Electricität mitgetheilt. — Volta legte nachher eine *feuchte Substanz* zwischen dem Condensator-Deckel und den Streifen, da trat dann auch das *chemische Verhältniss* ein; und es musste der Condensator-Deckel +E werden, wenn *Zink*, hingegen —E, wenn *Kupfer* den feuchten Körper berührte; es ist dies nothwendige Folge des dynamischen Zustandes der *einfachen Kette* (5. **), die sich hier nur in einer andern Form wiederholt.

9.

Die Hauptphänomene der galvanischen Verstärkung können in *die allgemeinen* und in *die besondern* unterschieden werden. Zu den *allgemeinen* (jeder Verstärkung gemeinen) zähle ich:

1) den Zustand der erregten Kräfte einer Verstärkung im Ganzen und in ihren Theilen; 2) das Verhältniss der Verstärkung zur Zahl der verbundenen einfachen Ketten; 3) die sich selbst erneuernde Kraft in der Verstärkung ohne äusseres Zuthun; 4) die Bedingtheit der Säulenwirkung durch das Wasser.

10.

1. *Zustand der erregten Kräfte einer galvanischen Verstärkung im Ganzen und in ihren Theilen.* Die galvanische Verstärkung soll nach

der Anſicht ihres Erfinders, des **Alexander Volta**, eine *Vervielfältigung der einfachen Kette ſeyn;* und ſie iſt in der That nichts anders. Die galvaniſche Verſtärkung beruht daher auf den Geſetzen der einfachen Kette, und iſt auch aus denſelben vollkommen verſtändlich. Der Zuſtand der erregten Kräfte einer galvaniſchen Verſtärkung iſt denſelben gemäſs *in dynamiſcher Hinſicht*, wie folgt:

erſte einfache Kette	S =	unten +E oben −E	
	H =	unten +E oben −E	
	Z =	unten +E oben −E	(5. *)
zweite einfache Kette	S =	unten +E oben −E	
	H =	unten +E oben −E	
	Z =	unten +E oben −E	u. ſ. w.

Dieſer Zuſtand der Verſtärkung erweiſet ſich auch wirklich in der *Erfahrung*.

Vergleicht man den *Anfang der Säule* (von unten herauf) mit dem *Ende* derſelben, ſo bildet das S = +E mit dem Z = −E einen *Gegenſatz*, während die *Zwiſchenlagen* durch Verbindung des +E und −E ſich zur *Indifferenz* E vereinen. Zugleich wird es augenſcheinlich, daſs in *anderweitigen Beziehungen* dennoch die *Gegenſätze* hervorgehen können, und wirklich hervorgehen,

wenn ſich das S der zweiten Kette mit dem Z der vierten ſchlieſset; u. ſ. w. Dieſe *beſondern Gegenſätze*, die ſich in Beziehung der *Extreme* in der *Ganzheit verlieren*, nehmen aber, wie es erhellet, mit ihren Entfernung von den Extremen an Stärke immer ab, und gehen in der Mitte (hier in der dritten einfachen Kette) in die völlige Indifferenz über. — Wird die Säule ſo gebaut, daſs ſie mit *Zink anfängt* und mit *Kupfer endet*, ſo bleibt der Zuſtand in dynamiſcher Hinſicht derſelbe, nur in *verkehrter* Ordnung; die Säule fängt mit —E an und endet mit +E. U. ſ. w.

* Da die *dynamiſche Thätigkeit* in Form der Linie (Länge) wirkend, = + ——o—— —, *Magnetismus* heiſst (meine *Lehre vom Magnet und Magnetismus*), und *die galvaniſche Säule eine Länge* darſtellend, an einem Ende +, am andern —, und in der Mitte o (Indifferenz) zeigt, ſo *erſcheint der Galvanismus, dynamiſch betrachtet, hier als „Magnetismus.“*

II.

2. *Die Verſtärkung des Galvanismus ſteht unter gleichen Umſtänden mit der Zahl der einfachen Ketten im Verhältniſs.* Reiht ſich die *zweite Kette* an die erſte, ſo kömmt das Kupfer mit der Zinkfläche = — E in Berührung (vorherg.); es wird daher die Flächenkraft des Kupfers zweiter Kette ſchon mehr erregt, als in der erſten, wo ſich die berührten Flächen noch im Zuſtande E befinden. Nun kömmt noch die *Wechſelwirkung* und

die *condensatorische Erhöhung* in demselben Masse hinzu; und so wird dann der Galvanismus der zweiten Kette in mehreren Hinsichten um das Doppelte verstärkt. Legt sich dann die *dritte Kette* an, so berührt ihr Kupfer das verstärkte — E des Zinks; dieses äussert sich daher wieder erregender, als in der zweiten Kette, und es erfolgt in der dritten Kette eine Verstärkung, die den drei Verbindungen proportional ist. Und so muss fortwährend mit der Zahl der einfachen Ketten die Verstärkung zunehmen, und demnach unter gleichen Umständen im Verhältniss mit der Zahl der einfachen Ketten stehen.

* Da die Erregung der Electricität durch die *Berührung* bedingt ist (3.), so ist klar, dass bei *vermehrten Berührungen* die Electricitäts-Intension wachse, und sonach auch bei *Vergrösserung der Plattenflächen* sich *der Galvanismus verstärken* muss.

** Indem die *Extreme* (Pole) *einer galvanischen Säule zwei Flächen* bilden, die sich zu einander verhalten wie + E : — E; so ist die galvanische Säule als ein *Doppel-Electrophor* (meine Theorie der Electricität) zu betrachten, und es muss das *Gesetz* Statt haben: „Die Veränderung auf einer Seite hat auch Veränderung auf der andern Seite zur Folge." Es kann daher die Verstärkung am *Säulenende* — E im Verhältniss der Zahl einfacher Ketten nicht erfolgen, ohne dass der *Anfang* der Säule + E in demselben Verhältniss verstärkt werde: daher die volle starke Wirkung der Säule, wenn Dräthe (Stäbe), die am Anfange und am Ende der Säule angemacht sind, sich schliessen; u. s. w.

12.

3. *Die Verstärkung, die durch Schliessen der Kette ihre Thätigkeit in der Indifferenz E erschöpft, erneuert sie nach Oeffnung der Kette ohne äusseres Zuthun wieder.* Das *thätige Princip* in der galvanischen Verstärkung ist lediglich durch die Berührung entgegengesetzter Flächen bedingt, und ist wechselweise erregter Electricismus und Chemismus. Da nun die Berührung nach Schliessung der Kette fortwähret, so wiederholt sich die Wirkung ohne äusseres Zuthun, ganz conform dem, was bei der einfachen Kette Statt findet (7).

13.

4. *Die Wirkungen der galvanischen Verstärkung sind durch die Feuchtigkeit bedingt,* die den Wirkungen der electrischen Werkzeuge und Maschinen sehr hinderlich ist. Nämlich der *Galvanismus* ist nicht reine Electricität; er ist eine Gesammtkraft von *Electricismus* und *Chemismus*, und so wie jener diesen aufregt, so hebt dieser jenen durch Wechselwirkung (3. 6.).

* Diese Erklärung bewährt sich in *der* Thatsache, dass bei dem Gebrauche *verschiedner Flüssigen*, die man zwischen die Metallplatten bringt, die Wirkung der Säule von verschiedener Stärke ist. Zumal begünstigen die starke Säulenwirkung *gesalzenes* und *gesäuertes Wasser.* Zwar schreibt man mit Gay-Lussac und Thenard die grössere Wirksamkeit bei dem Gebrauch des gesalznen und gesäuerten Wassers seinem *grösseren Leitungsvermögen*, als das des

reinen Waſſers iſt, zu. Allein, da in der galvaniſchen Kette die electriſche Action hinwieder durch die chemiſche bedingt iſt, und das chemiſche Verhältniſs verſchiedener Flüſſigen zu den Metallen verſchieden iſt, ſo muſs die Erregung des Galvanismus beim Gebrauch der Salze und Säuren allerdings anders ausfallen, als beim Gebrauch des reinen Waſſers, ohne eine beſſere oder ſchlechtere Leitung der Flüſſigen als Urſache annehmen zu müſſen. Selbſt Gay-Luſſac und Thenard fanden die Wirkung des Galvanismus auf den Condenſator, der Vorausſetzung der gröſsern oder kleinern Leitungs-Fähigkeit nicht durchweg gemäſs (Gilbert's Annalen).

** Unter den deutſchen Naturforſchern hat Prof. Erman ſehr beſtimmt und allgemein die *geringe Leitungsfähigkeit des Waſſers* für den Galvanismus behauptet. Indeſs bemerkt er ſelbſt, daſs das Waſſer die Electricität *vollkommen leite*, wenn der ſogenannte Gasapparat nur mit Einem Pol der Säule in Verbindung ſteht; hingegen ſich als *nichtleitend* äuſsere, wenn beide Dräthe des Gasapparats mit *beiden* Polen der Säule in Verbindung kommen. Dieſe Beobachtung iſt aber nur Beſtätigung obiger Erfahrung (8.), „daſs das reine Waſſer für ſchwache Electricität höchſt leitend ſei." Wirkt die Electricität ſehr verſtärkt, ſo greift ſie mächtig in das Medium, in das Waſſer, nach allen Dimenſionen ein, und erſchöpft ſich an *chemiſchen Actionen:* wodurch denn die electriſche Thätigkeit allerdings im Waſſer, es ſey rein oder mit Salzen gemiſcht, Hemmung und Aufenthalt erleiden muſs (2.).

14.

Die beſondern Phänomene der galvaniſchen Verſtärkung (der in Hinſicht auf Intenſion nicht

jeder Säule gemeinen) sind überhaupt *zweierlei Art:* 1) *rein electrische*, und 2) *chemisch electrische*, die sich dann wieder entweder in den *starren* Körpern, oder in den *flüssigen*, oder in einer *Mischung* von festen und flüssigen Substanzen darstellen.

15.

Die *rein electrischen Phänomene* sind die des *Anziehens* und *Abstossens* leicht beweglicher Körperchen. Da diese Phänomene sich am *Electrometer* wahrnehmbar machen, so mögen sie auch *electrometrische (electroscopische)* heissen. Zu den *electrisch chemischen* gehören vornehmlich diejenigen, die meistens nur wahrgenommen werden, wenn die galvanische Säule in dem *Grade der Funken-Erzeugung* wirkt; dieselben zeigen sich in den *starren Körpern*, namentlich in *Metallen*, durch *Schmelzung*, *Verbrennung* u. s. w.; in den *flüssigen*, z. B. durch *Zersetzung des Wassers in Hydrogen und Oxygen;* in den *Mischungen* durch *Erschütterung menschlicher (thierischer) Organe*, und durch *reizenden Einfluss auf die Pflanzen*, durch *Beschleunigung der Gährungen*, durch *Zersetzung alkalischer* und *erdiger Substanzen* u. s. w.

16.

In Hinsicht der *rein electrischen Phänomene* gilt das allgemeine Gesetz: „dass die Verstärkung im Verhältniss der Zahl einfacher Ketten steht" (11.), doch unter *der Einschränkung*, „wenn die Anzahl der einfachen Ketten nicht zu sehr ver-

mehrt, oder die Oberfläche der Platten nicht außerordentlich vergrößert wird.“ Eine Säule von 100 einfachen Ketten wirkt electrometrisch nicht stärker als eine Säule von 50 gleichen Platten. Die Verstärkung, welche Children aus 6 Schuh langen und 2 Schuh breiten Platten baute, äußerte auf das Electrometer gar keine Wirkung.

Dagegen bringen die Säulen von einer *großen Zahl einfacher Ketten*, deren Umfang nicht beträchtlich ist, und Säulen von wenigen Platten, deren *Oberflächen außerordentlich vergrößert* sind, augenblicklich *Schmelzungen der Metalle*, *Verbrennungen*, *Auflösungen in Dampf* u. dgl. hervor. Wilkinson schloss aus seinen Versuchen, wobei er Stahldrath in den Schluss der Kette brachte, dass die Wirkungen einer Säule der Anzahl der Plattenpaare (der einfachen Ketten) proportional sei, wenn diese von gleicher Oberfläche sind; hingegen bei ungleichen Flächen sich wie die Quadrate der Oberfläche der einzelnen Platten verhalten.

Nämlich wächst die *Oberfläche* der Verstärkung sehr an, entweder durch *Vermehrung* der Platten oder durch *Vergrößerung* ihres Umfangs, so steigert sich die Flächenkraft (die Electricitat) zur *höchsten Intension*, und indem sie auch in den *vorzüglichsten Leitern* (in den *Metallen*) immer noch *Hemmung* erleidet, so kömmt sie, die *Masse durchgreifend*, mit der *Starrheit* (Contraction) in Conflict, und *erreicht* die *Expansion*: die *nach*

allen Dimensionen erregte *Expansion* ist aber *Wärme* (meine Theorie der Wärme), die durch die Säulenkraft zur *Hitze* erhöht, die *Metalle glühet* und *schmelzt*, oder wenn sie *säuerbar* sind, und in Berührung mit einer *Oxygen* enthaltenden Umgebung stehen, *verbrennt*, in *Dampf* zerstäubt u. dgl. — Während dass aber auf solche Weise die chemischen Actionen herrschend sind, werden die rein electrischen unterdrückt, geschwächt, oder unmerklich gemacht.

* In Hinsicht der *electrometrischen Wirkungen* ist der *Unterschied* zwischen einer *galvanischen Säule* und einer *electrischen Verstärkung* sehr auffallend. Obschon die electrometrischen Phänomene sich auch bei der Electrisirmaschine nicht genau im Verhältniss der electrischen Ladung einstellen, wenn diese sehr anwächst, so kommen sie doch *immer lebhaft* zum Vorschein, da sie sich in der galvanischen Säule durchgehends sehr schwach (meistens nur mittelst des Condensators) zeigen, und bei vergrösserten Oberflächen ganz verschwinden. Aber *das Kräftespiel* ist in der galvanischen *Säule* auch *ganz anders* als in der electrischen Verstärkung (13.). Der Galvanismus einer Säule ist ein Kräftenconflict zwischen Electricismus und Chemismus, indem der reine Electricismus meistens im Vorwalten des Chemismus untergeht.

17.

Verbindet man im *Wasserzersetzungs-Apparat* den *untern* Drath mit dem *Anfang* der Säule $= + E$, den *obern* aber mit dem *Ende* der Säule $= - E$; so entwickelt sich aus dem *untern* Drathe *ein Strom von Hydrogenluft*, während dass sich

an die Spitze des *obern* Drathes *Oxygen* ansetzt (wenn er z. B. kupfern), oder sich aus ihr *Oxygenluft* erzeugt (wenn er aus Gold oder Platin ist). Durch Verbindung der Säulen-Enden mit den beiden Dräthen wird der Uebergang des +E und −E zur Indifferenz veranstaltet. Da aber die Electricität verstärkt wird, so greift sie in das dazwischen liegende Wasser chemisch ein, und indem ihr Plus seinem Gegensatz im Wasser anstrebt, wird eben dessen Plus in Form des Hydrogens frei. Dagegen befreit das Minus der Electricität, seinen Gegensatz im Wasser suchend, dessen Minus, sein Oxygen.

* Ist die Säule nicht aus mehrern als 20 einfachen Ketten zusammengesetzt, so steht die Wasserzersetzung im Verhältniss der Zahl der einfachen Ketten. Steigt aber die Zahl der einfachen Ketten auf 30, 60, 120, so scheint die Luftmenge, die unter den nämlichen Umständen entwickelt wird, den Wurzeln der Anzahl einfacher Ketten ziemlich proportional zu seyn. Werden 20 Paare der Platten von verschiedenen Oberflächen, deren eine = 1, die andere = 19, 7 sind, zu Säulen gebaut, so ist die Wasserzersetzung unter sonst gleichen Umständen nahe ihren Oberflächen proportional (Gay-Lussac und Thenard. Gilbert's Annalen); Erfolge, die dem *allgemeinen Gesetze* (11.) gemäss sind, unter der No. 16 gegebenen *Einschränkung*.

18.

Der *Muskelreiz*, den eine galvanische Verstärkung bewirkt, ist *heftig*, eigentlich eine *Erschütterung*, die der eines electrischen Stosses gleicht;

nur ist er nicht so momentan, nicht so schnell vorübergehend, sondern etwas anhaltend, kriebelnd, schneidend. Die Erschütterung wächst bei der galvanischen Säule mit der Zahl einfacher Ketten an Stärke. Aber immer unter der Einschränkung, „wenn die Platten nicht von zu grosser Oberfläche sind." Der Apparat Children's wirkt auf den thierischen Körper nicht stärker als eine Säule von gleichviel kleinen Platten (Gilb. Annalen).

Die *Wasserzersetzung* durch die galvanische Säule und der *Muskelreiz*, der wohl eine Folge der Zersetzung des Wassers (der Lymphe im thierischen Leibe) seyn mag, stehn *zwischen den electrometrischen Phänomenen* und den *Funken-Erscheinungen* mitten innen, und sind Erfolge *wässeriger* galvanischer Actionen. *Höchst erregter Galvanismus* bei dem Gebrauche der Platten von sehr grossen Flächen *verschlingt* nicht nur *die Action der Wasserzersetzung*, sondern auch *die der Reizung* des menschlichen Leibes.

19.

Muskelreiz und Wasserzersetzung in Verbindung zeigen etwas Auffallendes. Ist der Wasserzersetzungs-Apparat mit der Säule in Verbindung, und man greift mit *nassen* Fingern beider Hände die Säulenpole an: so empfindet man nur *absatzweise Erschütterungen*, während dass die *Wasserzersetzung ununterbrochen* fortgeht.

Nämlich die Wasserzersetzung fordert einen geringern Grad galvanischer Action als die Erschüt-

terung, der sich auch in der Säule immer einfindet wegen fortwährender Berührung entgegengesetzter Flächen, da im Gegentheile die zur Erschütterung erforderliche Intension erst nach und nach zu Stande kömmt.

* Die *Nässung der Finger* mit *reinem* (besser mit *gesalzenem*) Wasser befördert den galvanischen Schlag. Wasser leitet nämlich immer besser als die Oberhaut des menschlichen Leibes (8. Vers. 1.); es ist aber auch hier das chemische Verhältniss im Spiele.

** Die reizende Wirkung des Galvanismus auf die *Pflanzen* ergiebt sich aus den Beobachtungen des Treviranus (Gilbert's Annalen).

20.

Werden Substanzen, die einer *Gährung* fähig sind, mit einer galvanischen Verstärkung gehörig in Verbindung gesetzt, so werden ihre innern Kräfte mächtig aufgeregt, und die *Gährungen beschleunigt* (Grimm und von Arnim ebendas.).

21.

Höchst merkwürdig ist die Wirksamkeit des verstärkten Galvanismus auf die *Alkalien* und auf die *erdigen Körper*. Wird *feuchtes Kali* oder *Natron* in den Schluss einer wirksamen Säule gebracht, so bilden sich in glänzenden Kügelchen *Metalle*, das *Kali-Metall* (*Kalium*) und das *Natron-Metall* (*Natronium*), deren Eigenschaften Verwunderung erregen. Auf gleiche Weise werden *Baryt*, *Strontian* und *Magnesia* behandelt; und man erhält *Barium*, *Strontium*, *Magnium*.

Kali, *Natron*, *Baryt* u. ſ. w. ſind daher durch den Galvanismus als *Metall-Oxyde* indicirt; und derſelbe erweiſet ſich an ihnen *anoxydirend* (Davy in London, Gay-Luſſac und Thenard in Paris, Berzelius und Pontin in Stockolm. Gilbert's Annalen).

Die in der galvaniſchen Verſtärkung wirkenden Kräfte ſind die *aufgeregten Grundkräfte* (3.) das Allwirkſame und in ſeiner Steigerung das Allgewaltigſte in der Natur. Die aufgeregten Grundkräfte ſprechen auch nur *Gleichartiges*, die *Grundkräfte* anderer materialen Subſtanzen an, und erregen ſie innigſt und mit höchſter Energie. Woraus denn zu erſehen iſt die Möglichkeit tiefſt dringender Analyſen und daraus hervorgehender *reinen Formen und Productionen* durch die galvaniſche Action, die denn auch um deswillen für die Chemie höchſt bedeutend iſt.

22.

Werfen wir nun auf *die galvaniſchen Hauptphänomene* einen *Rückblick*, und vergleichen wir die Erſcheinungen der einfachen *Kette* mit denen der Verſtärkung: ſo erhellet, daſs jene der einfachen Kette ſich in der Verſtärkung nur wiederholen, daſs ſonach die galvaniſche Säule eigentlich durch Vervielfältigung einfacher Ketten eine Verſtärkung ſey.

Es beruhen auch die Phänomene der galvaniſchen Verſtärkung ganz auf *denſelben Geſetzen*,

aus denen die Phänomene der einfachen Kette verständlich werden. Alle galvanische Erscheinungen, samt und sonders, bewähren:

„Der Galvanismus sey nichts anderes als ein Wechselkampf des Electricismus und Chemismus, aus dem bald jener, bald dieser, bald beide sieghaft hervorgehen.“

Aber eben dadurch spricht sich der Galvanismus als das *wirksamste Princip in der Natur* aus. Derselbe hat sich auch bisher als solches erwiesen, und wird sich in der Folge auf die mannigfaltigste, jetzt uns noch unbekannte Weise als das wirksamste Princip kundgeben.

In der *galvanischen Kette*, zumal in der vervielfältigten, welche die Volta'sche Säule darstellt, treffen wir die *Natur* auf der That an, *in ihrer Tendenz* die Gesammtheit ihrer dynamischen Thätigkeiten in den gesammten Raumformen aufzustellen, (die Naturseele mit dem Naturleib innigst zu vereinen,) und demnach *„Lebendiges“ hervorzubringen*; wir sehen in dem Galvanismus *das sich selbst erzeugende Leben in seinem Beginn.* Der Galvanismus ist daher der nächste Ring, welcher die *anorgische* Natur mit der *organischen* verbindet; *er ist das Lebendige in seinen Anfängen*: sofern ist denn das Leben organischer Wesen nur vollkommenst ausgebildeter Galvanismus.

III.

Meinungen des Dr. Valli von der thierischen Electricität;

ausgezogen aus einem Schreiben desselben an Brugnatelli, von Gilbert.

[Lesern, welche Untersuchungen über Electricität und über die Grund-Erscheinungen des lebenden Zustandes interessiren, wird es nicht unangenehm seyn, hier nach den beiden vorigen, in ihren Ansichten so ganz verschiedenen Aufsätzen noch einen dritten über die thierische Electricität zu finden, worin noch andere Meinungen über dieses problematische Wesen aufgestellt werden, wenn diese gleich neben denen Volta's nur flüchtig und wenig gereift erscheinen. Was den zweiten Aufsatz betrifft, so habe ich mich zwar gegen die Art, die Natur-Erscheinungen zu behandeln, welche man in Deutschland mit dem Namen Natur-Philosophie anzudeuten sich allmählig gewöhnt hat, und die man früher und richtiger mit der Benennung speculative Physik bezeichnete, mehrmals so bestimmt erklärt, dass der Leser den neuen Versuch den Galvanismus zu erklären, welchen dieser Aufsatz enthält, in diesen Annalen vielleicht nicht erwartet

hätte; es schien mir aber dessen ungeachtet die Kürze und Bündigkeit der Darstellung und die Umsicht und Vollständigkeit, womit auf die Haupt-Erfahrungen gesehn ist, Herrn Professor Weber's Arbeit zu der Stelle zu eignen, welche sie hier einnimmt, indem sie selbst dann noch belehrend ist, wenn man vielleicht auch mit der Ansicht und mit seiner Art zu deduciren und zu erklären nicht einverstanden wäre. Der Verfasser des dritten Aufsatzes, der Dr. Valli, gehört zu den frühsten Bearbeitern des sogenannten Galvanismus und zu den eifrigsten Vertheidigern der thierischen Electricität Galvani's gegen Volta's siegreiche Bekämpfung derselben; ihm scheint aber der Sinn für exacte Wissenschaft zu mangeln, der den grossen Physiker zu Como vor denen so vortheilhaft auszeichnet, die ehemals mit ihm zugleich das neu entdeckte Gebiet zu erforschen strebten. Der Brief des Dr. Valli, aus dem ich hier dem Leser Einiges mitzutheilen habe, steht in dem *Journal de Physique* Juli 1815, und Folgendes ist der Anfang desselben: *G.*]

„Ich habe die Musse, welche ich seit einiger Zeit im Schosse der Freundschaft geniesse, benutzt, meine Arbeiten über die *thierische Electricität* wieder aufzunehmen, und will Ihnen die Resultate mittheilen, welche ich bis jetzt erhalten habe, zugleich mit einigen Betrachtungen über diesen Gegenstand." Hr. Valli erzählt nun viele

Versuche, welche er über die Einwirkung von *Schwefelsäure*, von *Arsenik*, von *ätzendem Sublimat*, von *Wein* und *Opium* auf unverletzte und auf präparirte Frösche angestellt hat. Sie übergehe ich, da sie rein physiologisch sind und da ihre Erklärung aus den lichtvollen Untersuchungen hervorgeht, welche Herr Brodie in England über die Wirkung der Gifte auf den thierischen Körper bekannt gemacht, und Hr. Dr. Nasse in dem Archiv für die Physiologie B. 12 Heft 2 vollständig und gut übersetzt hat. Bei dem jetzigen Zustande unsrer Kenntnisse, in ihnen Wirkungen einer thierischen Electricität sehn zu wollen, hieſse träumen.

Dr. Valli bemerkt dann, schon Galvani habe wahrgenommen, daſs, wenn man die Schenkelnerven eines Frosches durch metallische Leiter errege, nicht blos die hinteren, sondern zugleich auch die vorderen Extremitäten in Bewegung gerathen, wenn gleich keine Verbindung des metallischen Leiters mit den letzteren Statt findet. Er habe dasselbe beobachtet an Fröschen, denen der Kopf abgeschnitten oder stark zerdrückt worden war. Diese Bewegung der Vorderfüſse glaubt er einer Reaction des Rückenmarks zuschreiben zu können. Wenn man an einem ganz frischen Froschpräparate, an dem sich noch der Theil des Rückgrads, aus welchem die Schenkelnerven hervorgehn, befindet, die Extremitäten berühre, so sehe man diese die Finger oder den Körper, der sie reizt, fliehen, als hät-

ten sie Willkühr, und das so lange, als die Vitalität des Frosches dauert. Trenne man aber die Nerven von dem Rückenmarke, so sey es augenblicklich vorbei mit dieser bizarren Erscheinung, man möge diese Glieder reizen wie man wolle. „Der Eindruck, meint Hr. Valli, welcher an der Oberfläche des Körpers des Frosches gemacht werde, pflanze sich mittelst der Nerven-Flüssigkeit bis zum Rückenmarke fort, und setze so die regulirende Feder der Muskel-Bewegung ins Spiel, welche auf die Nerven und durch diese auf die Muskeln reagire."

Auf jeden Fall sey so viel gewiss, dass man in einem Muskel keine Bewegung hervorzubringen vermöge durch Reizung derjenigen Nerven, die sich unterhalb desselben *(au dessous de lui)* befinden, es sey denn, dass diese Nerven in freier Verbindung mit dem Gehirne oder dem Rückenmarke stehn. Und hieraus, sagt Hr. Valli, lasse sich die wichtige Folgerung ziehn, dass die Bewegungs-Nerven von den Sinnen-Nerven verschieden sind, und eine besondere Region einnehmen. Denn wenn die Nerven-Flüssigkeit, welche die Empfindungen hervorbringt, und die, welche die Bewegungen vermittelt, dieselben Wege durchliefen, so müssten, wo und unter welchen Umständen man auch reize, immer Bewegung und Empfindung zu gleicher Zeit Statt finden.

„Die Nerven, fährt Dr. Valli fort, unterscheiden sich von einander blos durch die verschiednen Functionen, zu welchen sie bestimmt sind. Das Empfindungs-Vermögen ist ihnen indess allen gemein, und eben so inhärirend als die Schwere der Materie. Jeder Nerve hat eine ihm eigne Sensibilität, welche nur durch ein specifisches Reizmittel zu erregen ist. Die Electricität ist, so viel ich weiss, das einzige Reizmittel, das auf alle Nerven ohne Unterschied wirkt. Und die mächtigste Electricität in Absicht auf die Nerven ist die, welche durch die Metalle in Umlauf gesetzt wird. Durch die Entladung einer Leidner Flasche konnte ich in dem Flügel eines Huhns keine Wirkung hervorbringen, während ich mit einem galvanischen Apparate darin bedeutende Zitterungen erregte." — — — „In keinem meiner Versuche hat durch Reibung erregte Harz- oder Glas-Electricität die Sensibilität warmblütiger Thiere erweckt. — — Diese äusserst feine und bewegliche Materie erhält von den Körpern, aus denen sie hervorkömmt und durch die sie hindurchgeht, verschiedene Modificationen, und von diesen Modificationen hängt grossentheils die Kraft ab, mit der sie auf die Nerven wirkt." *).

*) Kaum ist es nöthig zu bemerken, dass jetzt diese seit Volta's berühmten Untersuchungen über seine electrische Säule veraltete Meinung, für nicht viel mehr als für einen Traum gelten kann. *Gilb.*

„Ich war im Begriffe, schreibt Hr. Dr. Valli, diesen Brief zu schliessen, als ich den Ihrigen erhielt, in welchem Sie mir ankündigen, die Lehre Galvani's sey durch die wiederholten Bestürmungen eines furchtbaren Gegners, des Herrn Volta, nun völlig umgestürzt worden. Ich greife daher wieder zur Feder, um Ihnen noch Einiges über diesen Gegenstand zu sagen."

„Durch keinen der mir bekannten Versuche ist es mathematisch (?) dargethan, dass die Electricität die Ursache der Bewegung der Muskeln sey; viele Versuche scheinen selbst das Gegentheil zu beweisen; unter andern der folgende, der mir eigen ist. Nachdem ich einen Frosch auf die Ihnen bekannte Art präparirt hatte, brachte ich ein Stück der Haut desselben mit dem Rückgrade in Berührung; ein Stück Silber, das unter die Haut geschoben war, diente als Belege, und ein Kupferdrath als Conductor. Als ich mittelst dieses Conductors die Bewaffnung und den Nerven mit einander verband, zuckten die Extremitäten ziemlich stark, doch nur dann, wenn eins der Enden des Conductors einige Linien unterhalb des Austritts des Nerven aus dem Rückgrad angebracht wurde. Ich durchschnitt nun die Nerven *(je les coupois)*, näherte sie der Haut, bis beide einander eben berührten, und wiederholte nun den vorigen Versuch. Setzte ich das Ende des Conductor auf den Durchschnitt *(la section)* der Nerven, so blieb der Frosch

unbeweglich; setzte ich es dagegen unterhalb diesem Puncte auf (*inférieurement à ce point*), so gerieth er in Bewegung. Die Electricität wurde in diesem Versuche nicht anders merklich, als wenn der Nerve ihr Puncte darbot, auf welche seine Wirkung sich frei äussern konnte. Gehörte die Electricität dem Thiere an, so sehe ich nicht ab, warum sie sich nicht immer äussern sollte, weil unter den einen wie unter den andern Umständen der Weg ihr offen steht."

"Hr. Volta hat viele schöne Beobachtungen gemacht, welche alle dahin zwecken, zu beweisen, dass die Electricität der Metalle und nicht die des Thieres die überraschenden, von Galvani entdeckten Erscheinungen hervorbringt. Da aber diese seine Beobachtungen nicht entscheidend sind, so wenig wie die meinige, so wäre es zu wünschen, dass Hr. Volta *den Umlauf (le circuit)* der Electricität der Metalle prüfte, auf dem seine ganze Theorie gegründet ist, und ihn durch einen unwiderleglichen Versuch bewiese, welches der Fall seyn würde, wenn er machte, dass die circulirende Metall-Electricität offenbar und durch das Electrometer wahrgenommen würde *). Wenn er dahin ge-

*) Es scheint, Hr. Dr. Valli habe die Fundamental-Versuche Volta's nicht studirt, und sey in dem nicht fortgegangen, was seit Entdeckung der verstärkten galvanischen Electricität über sie ausgemittelt worden ist. *Gilb.*

langt feyn wird, fo wird er ohne Widerrede völlig Recht haben.“

„Werden dann aber die Freunde der *thierifchen Electricität* Unrecht haben? Wird dadurch bewiefen feyn, dafs diefes Princip keinen Einflufs auf die Bewegung der Muskeln hat? Ein Phyfiker, der viel auf feine eigne Autorität rechnet, hat kein Bedenken getragen zu behaupten, dafs wir über den *Mechanismus der Muskel-Bewegung* noch eben fo wenig aufgeklärt find, als wir es vor der glänzenden Entdeckung Galvani's waren. Es wird indefs nicht jedermann fich mit einem folchen übereilten Urtheile, zu dem wir des Gegebenen noch nicht genug haben, befriedigen. Die Sache Galvani's wird jetzt lebhaft verhandelt und durch gute Sachwalter vertheidigt; es wird noch viel Zeit dazu gehören, bevor feine Gründe vor einem competenten Tribunal werden nichtig und unzuläffig erkannt werden. Indefs fcheint es mir, (auch abgefehn von den Beweifen, die fich aus den Verfuchen Galvani's und feiner ausgezeichneteren Anhänger ziehn laffen,) fehr wahrfcheinlich zu feyn, dafs in den Muskeln verdichtete electrifche Materie die Urfache ihrer Bewegung fey. Ich habe diefen Gegenftand weitläufiger behandelt in einem Werke, welches den Titel führt: *Experiments on Animal Electricity with their Application to the Phyfiology, and fome pathological and medical Obfervations*, und will

Ihnen mit wenigen Worten den Grundstein meiner Theorie auseinander setzen."

„Das Thier hat ein Vermögen Electricität zu verdichten; dieses beweisen der Zitterrochen, der Surinamsche Aal *(Gymnotus)* etc. Man bemerkt aber in dem Bau der electrischen Werkzeuge dieser Fische, und in dem der Muskeln einerlei Plan. In den einen, wie in den andern, stellen die Säulen oder die Fasern, welche durch Membranen oder Zellgewebe getheilt und unterabgetheilt sind, eine sehr grosse Oberfläche dar. In den electrischen Werkzeugen der Fische bilden die Zwischenräume zwischen den Membranen eine grosse Reihe kleiner mit einander verbundener Zellchen, und enthalten einen öhligen Körper, welcher vielleicht bestimmt ist, den Durchgang der Electricität zu verhindern. Eben so enthält das Zellgewebe, welches jedes Fäserchen in den Muskeln umhüllt und sie von einander trennt, eine Feuchtigkeit, deren Zweck wahrscheinlich derselbe ist. Eine ungeheure Menge von Nerven ist sowohl in den electrischen Organen der Fische als in den Muskeln zerstreut, und eine gleiche Anzahl Arterien begleitet diese Nerven in den einen, wie in den andern, und zertheilt sich mit ihnen in eine unzählige Menge von Puncten der Säulen, Fasern, Abtheilungen und Zwischenräume, in denen sie sich endlich verliert."

„Die Thätigkeit der Muskeln kann von keiner mechanischen Ursache abhängen. Denn eine

solche könnte, weder das Zittern, das man in den Muskel-Fäserchen in dem Augenblicke wahrnimmt, wenn sie in das Spiel gesetzt werden, noch ihr schnelles und auf einander folgendes Zusammenziehn und Nachlassen, noch die ungeheuren Kräfte erklären, welche Muskeln im Zustande ihrer Zusammenziehung zu äussern vermögen."

„Haller, Fordyce und Black haben ihre Zuflucht zu der Newton'schen *Anziehung* genommen. Da sich eine solche Anziehung der Muskelfäserchen dem Auge aufmerksamer Beobachter offenbart (?), so muss sie als eine Thatsache zugegeben werden. Aber der Reiz, den man auf die Muskel-Fäserchen ausübt, bestimmt nicht ihre gegenseitige Anziehung. Denn wenn die Cohäsion der Fäserchen einmal mittelst eines Reizes hervorgebracht wäre, so könnte sie nur durch ein andre Potenz aufs neue erzeugt werden; die entgegengesetzte Meinung würde den Gesetzen der Physik widersprechen."

„Ein Wirkungsmittel, welches die Cohäsion der Muskel-Fäserchen zu vermehren, und sie ansehnlich und augenblicklich zu erhöhen vermag, haben wir allein in der *Electricität*. Die Muskeln sind stets-geladne Maschinen, in denen die Attraction immerfort ihr Spiel treibt. Die abwechselnden Zusammenziehungen und Nachlassungen entstehn aus den Veränderungen des Zustandes der Electricität, in Beziehung auf die Ober-

flächen des Organs. Diese Veränderung wird durch die Nerven bewirkt, welche mit allen Puncten der verschieden electrisirten Muskelfäserchen in Verbindung stehn. Dass aber die Electricität die Cohäsion der Körper unendlich vermehrt, und dass bei der electrischen Entladung nicht immer Gleichgewicht eintritt, wird durch die Symmer'schen Versuche und durch die des Pater Beccaria klärlich bewiesen."

„Meine Ideen über die Muskel-Bewegung haben, wie Sie sehn, Analogie, Beobachtung und die Thatsachen für sich. Heut zu Tage ist die Haller'sche Irritabilität nur noch eine Chimäre."

IV.

Nachricht von einer merkwürdigen Erscheinung in dem Eise einer Pfütze, in welcher ein Ertrunkener lag,

von

Will. Nicholson in London.

Frei bearbeitet von Gilbert.

Vier engl. Meilen von Chichester, westlich von der Heerstrasse nach *Petworth*, liegt *Halnaker House*, welches früherhin der erheirathete Sitz des Grafen von Derby war, und hier steht an der Westseite des Parks ein Pachthof, in dessen Mitte sich eine Pfütze befindet, die etwa 18 bis 20 Fuss im Durchmesser hat, und in der Mitte 5 Fuss tief ist. Im November 1812 ertränkte sich darin ein Mann. Die Art, wie man seinen Körper in der Pfütze entdeckte, war so sonderbar und auffallend, dass man damals sehr viel darüber redete, ohne doch eine wahrscheinliche Ursache dafür auszumitteln. Vor kurzem war ich in einer Gesellschaft unterrichteter Männer, wo darüber gesprochen wurde. Herr Webber, Kaplan des Hauses der Gemeinen, hatte die Sache mit eignen Augen gesehn, und aus seiner deutlichen und bestimmten Erzählung ging hervor, dass die Zeitungsberichte, welche man für

sehr zweifelhaft gehalten hatte, der Wahrheit völlig gemäss gewesen waren. Er hatte die Gefälligkeit, mir das, was er und zwei seiner Bekannten wahrgenommen hatten, für meine Leser schriftlich mitzutheilen, und ich will dieses hier mit den Bemerkungen begleiten, auf welche uns das Gespräch geführt hat.

Als bei dem Frostwetter, welches am 11. December eintrat, die Pfütze am 14ten oder 15ten zugefroren war, zeigte sich auf der Oberfläche des Eises die Gestalt eines Menschen. Als dieses in der Nachbarschaft bekannt wurde, begaben sich unter andern auch die Erzähler dahin, und untersuchten die Umstände genau, um auf eine Erklärung zu kommen. Die Pfütze wird von dem Rande ab nach der Mitte zu tiefer, und hat hier ungefähr eine Tiefe von 5 Fuss. Eine benachbarte Mistpfütze und mehrere Rinnen schwängern ihr Wasser und färben es röthlich braun; dieselbe Farbe hatte das Eis, bis auf das, welches die Figur des Mannes bildete. Dieses war schwarz und so hell als das klarste Wasser, so dass man das gefärbte Wasser hindurch wahrnehmen konnte. Auch war dieses Eis sehr glatt und hart, das übrige dagegen runzlicher und weicher; und was besonders auffiel, eine dünne Lage Schnee, welche das übrige Eis bedeckte, fehlte über dieser Figur, so dass sie recht scharf begränzt ins Auge fiel. Drei Tage zuvor war dagegen, beim Anfange des Frostes, die ganze Oberfläche des Eises gleichmässig mit Schnee bedeckt gewesen. Die

ganze Gestalt war von einer undurchsichtigen Linie umgeben, die aus Eis bestand, welche von anderm Aussehn und weisser als das übrige war.

Man brach das Eis in der Mitte, worin sich diese Figur zeigte, in drei Stücken heraus, und legte es auf das Gras am Rande der Pfütze; und so stellt Tafel VI es vor. Mit einer Heugabel entdeckte man in dem Schlamme am Boden der Pfütze den Körper eines Mannes, der, nachdem man ihn von dem Schlamm befreit hatte, mit einem Male fast ganz, mit dem Hute auf dem Kopfe, zum Vorschein kam. Der Körper war ganz steif und ohne Spur von Verwesung; der eine Arm gebogen, indem die Hand unter dem Rocke stack; der eine Fuss nach unten, der andre nach oben gerichtet, und die Beine waren in gerader Linie mit dem Körper. Der Kopf des Mannes lag nach Südosten zu, und nach derselben Richtung der Kopf der Eisfigur. Diese Figur befand sich senkrecht über dem Körper des Ertrunkenen und stimmte genau mit dem Umrisse desselben überein, nur dass in ihr sich der Kopf plötzlich mit einer gerade Linie endigte, welche dem untersten Theil *(bottom)* des Hutes entsprach. Der Körper selbst war unter dem Eise gewiss nicht in die Höhe gekommen, denn er stack noch fest im Schlamme, als man ihn entdeckte, und das Eis war an beiden Seiten mit dem der Figur in einerlei Ebene und hatte überall eine gleiche Dicke, von 8 Zoll. Recht deutlich zeigte sich die verschiedene Beschaffenheit der beiden Arten des Eises,

wenn man sie an das Licht hielt; das der Figur war hell und durchsichtig, aber grünlich; das andre dagegen trübe und dunkel, wie das Wasser der Pfütze. Man erkannte den Körper für den eines Reisenden oder Hausirers, der häufig in diese Gegend gekommen war, und nach der Zeit, seitdem man diesen vermisst hatte, zu urtheilen, scheint der Mann sich am 30. November ersäuft zu haben.

Dieses sehr merkwürdige und ausnehmend sonderbare Ereigniss hat eine Menge von Meinungen veranlasst, von denen einige durch diese sorgfältige Darstellung der Thatsachen sogleich widerlegt sind; besonders die, dass der Körper an die Oberfläche des Wassers herauf gekommen und dann wieder herab gesunken sey.

Es wurden dunkle Sagen erwähnt, dass über Gräber und Stellen, wo nach Schlachten viele Leichen verscharrt worden, oder über Kirchhöfe, wo man die Särge unordentlich und zu dicht an einander eingesenkt oder gegen die äussere Luft nicht recht verwahrt habe, Ausflüsse unter besondern Gestalten sichtbar geworden seyen. Man erinnerte an die bestimmteren Beobachtungen über die Art, wie Thau und Reif sich auf dem Boden absetzen, so dass verdeckte oder alte zugeworfne Wasser-Abzüge, oder unter der Oberfläche verborgne Baumstämme und andre organisirte Körper dadurch erkannt worden sind. Und zugleich erwähnte man, dass niedrige dichte Nebel bei ihrem Entstehn, und oft während der ganzen Dauer ihres Erscheinens, sich

in sehr bestimmten und deutlichen Gränzen halten, und fast immer in denselben wieder zum Vorschein kommen, so oft sie sich zeigen. Man berief sich überdem auf die Versuche Musschenbroek's und Prevost's, welche irdne und porcellainene Teller, Glasschalen und Metallplatten einzeln oder eine über der andern dem fallenden Thau aussetzten, und wahrnahmen, dass dieser sich an einige Oberflächen ansetzte, andere vermied, nach Verschiedenheit des Materials und der Umstände, unter denen sie ihm ausgesetzt wurden. Durch alles dieses glaubte man berechtigt zu seyn anzunehmen, dass Ausdünstungen, oder noch wahrscheinlicher irgend eine vielleicht mit der Electricität oder der Wärme zusammenhängende Kraft, von dem Boden senkrecht aufsteigen oder aufwärts wirken, und in dem was sich über ihr befindet, in dem kleinen Raume, auf welchem sie eingeschränkt ist, Veränderungen hervorbringen könne. So wenig wir auch von dieser Kraft wissen, so scheint sie doch hinzureichen, auf einen so veränderlichen und feinen Process als die Krystallisation Einfluss auszuüben, der bekanntlich durch langsameres oder schnelleres Entziehn der Wärme oder der Feuchtigkeit, Gegenwart oder Mangel des Lichtes, jede Art von Zitterung, und durch andre Zufälle abgeändert wird. Und der Verschiedenheit in der Wirkung solcher Kräfte unmittelbar über dem ertrunknen Mann und über dem andern Boden des Wassers, scheint die Verschiedenheit in

dem Eise, welches über beiden entstanden ist, sich im Allgemeinen allerdings zuschreiben zu lassen.

Ich habe über dieses Gespräch weiter nachgedacht, und glaube einige Bemerkungen hinzufügen zu können, welche der Erklärung eine regelmäsigere Gestalt geben. Ich bin geneigt, die durch Fäulniss oder chemische Veränderungen in dem Körper sich entwickelnde Wärme für die Ursache dieser Erscheinung zu halten. Solche Veränderungen mussten in dem Körper erfolgt seyn, wenn sie gleich wegen der Kälte des Wassers und der gehemmten Gemeinschaft desselben mit der äussern Luft nur sehr langsam vor sich gingen. Wurde aber das den Körper berührende Wasser erwärmt, so musste es senkrecht in die Höhe steigen, sich an der Oberfläche in einer dünnen Lage ringsumher verbreiten, und wenn es wieder kalt geworden war, nahe an dem Umfange herabsteigen, wie wir das täglich bei Flüssigkeiten sehn, die von unten her erwärmt werden. Oder, mit andern Worten, die Wassermasse, welche in dieser stehenden Pfütze senkrecht über dem Körper des Ertrunknen stand, und folglich in allen ihren horizontalen Querschnitten genau denselben Umriss als er hatte, war ein wenig wärmer als das übrige Wasser. Zwar wurde diese Circulation etwas modificirt, dadurch dass Wasser, bis unter 40° F. erkältet, sich ausdehnt, doch kann dieses auf den Erfolg kaum Einfluss gehabt haben, besonders wenn der Frost plötzlich eintrat, wie das am 11. December der Fall war.

War nun aber das Waſſer über dem Körper wärmer als das andere, ſo muſste dieſes letztere beim Anfange des Froſtes früher als jenes bis unter dem Eispuncte erkaltet werden und an der Oberfläche frieren, während jenes noch flüſſig blieb. Und da dieſes plötzlich und an allen Puncten der Oberfläche zugleich geſchah, ſo muſste das vor ſich gehn, was die Chemiker ein verwirrtes Kryſtalliſiren nennen, und ein undurchſichtiges Eis, welches die Unreinigkeiten des Waſſers in ſich ſchloſs, entſtehn. In dem wärmern Waſſer über dem Körper ſchoſſen während der Zeit nur wenige Nadeln an, und zwar von der umgebenden Eismaſſe aus; ſie bildeten den weiſsen Rand der Figur. Als endlich die Oberfläche des wärmern Waſſers bis zum Froſtpuncte herab gekommen war, fror ſie nicht mit einem Male, ſondern durch langſames Kryſtalliſiren von dem Rande ab einwärts. Gerade dieſes Verfahrens hat ſich Achard bei ſeinen electriſchen Verſuchen bedient, um klares durchſichtiges Eis hervorzubringen, und es ſchlieſst bekanntlich die Luftblaſen und die eingemengten Unreinigkeiten aus den Kryſtallen aus.

Dieſe Wirkungen ſetzen einen Zuſammenfluſs günſtiger Umſtände voraus, wie er ſich nur ſelten ereignet, in dieſem Fall aber wirklich Statt gefunden zu haben ſcheint, und die vorſtehende Erklärunä wird ſelbſt durch die kleineren Umſtände beſtätigt. So z. B. beweiſt die Endigung des Kopfs wie abgeſchnitten, daſs entweder das erwärmte

Wasser, statt zur Oberfläche herauf zu steigen, in den Hut hineingetreten war, oder daſs der Filz auf das benachbarte Wasser als ein schlechter Wärmeleiter wirkte; und die glatte schneefreie Oberfläche der Eisgestalt lehrt uns, daſs das rauhe Eis kalt genug war, den Schnee gegen das Wegthauen durch die Tageswärme zu schützen, welche *über* dem Frostpuncte war. Das glatte minder kalte Eis der Figur hatte dagegen nicht verhindert, daſs der am 11. und 12. Decbr. gefallene Schnee am Tage geschmolzen war, in der Nacht aber wieder fror, welches die Oberfläche so glatt und eben machte, wie sie in der Beschreibung geschildert wird.

Z U S A T Z

aus einem Briefe des Dr. Chichester *zu Bath, an Hrn. Will. Nicholson.*

13. März 1813.

Ihre Nachrichten und Bemerkungen über eine merkwürdige Erscheinung im Eise einer Pfütze, in welcher ein Ertrunkner lag, erinnern mich an die nicht weniger merkwürdigen Baumgestalten, welche sich in dem Eise der Moor-Lachen *(Bog-Lakes)* in Irland nicht selten scharf gezeichnet zeigen sollen. Ein Geistlicher, Hr. Margin, schrieb mir vor mehrern Jahren über sie Folgendes:

„Ein Irländer, mit dem ich am 24. Decbr. 1809 in Gesellschaft war, erzählte, als von den Mooren *(bogs)* in seiner Nachbarschaft und von den grossen Bäumen die Rede war, die man in ihnen häufig fin-

det, etwas mir ganz Neues, das mir sehr merkwürdig schien. Zur Zeit wenn beim ersten Froste (*hoar-frost*) die Oberfläche der kleinen Lachen, von denen es in diesen Mooren eine Menge giebt, zufriert, habe er mehrmals gesehn, dass ein Baum (der vielleicht 15 bis 20 Fuss tiefer lag) in dem Eise auf das genauste abgebildet war. Das heisst, der Baum erschien in seiner ganzen Länge, Breite und Verästelung dadurch ausgedrückt, dass der Frost mit weniger Kraft auf die Theile des Wassers gewirkt hatte, unter welchen der Baum sich verbreitete, als an allen andern Stellen, wo das Eis dichter und vollkommner war. Dem Landvolke sey diese Erscheinung wohl bekannt, und es pflege unter dem so gezeichneten Eise Baumstämme zu suchen und zu finden. Diese Bäume sind von verschiedener Art, Eichen, Rüstern, häufig sehr grosse Aspen (*yew trees*) u. s. f., und immer liegen sie horizontal."

Hr. Nicholson fügt die Bemerkung hinzu, dass seine vorige Erklärung auf diesen Fall nicht passe, und dass sich das Erscheinen eines in 20 Fuss Tiefe liegenden Baums mit allen seinen Verästelungen, in dem darüber befindlichen Eise, aus keiner der bekannten Naturkräfte, Wärme, Electricität, Schwere erklären lasse; genauere Beobachtungen über diese merkwürdige Erscheinung aber zu wünschen wären *).

*) Die wahre Erklärung dürfte aus den Untersuchungen über den Thau hervorgehn, welche der Leser in einem der folgenden Hefte finden wird. *Gilb.*

V.

Tafeln,

welche den Einfluſs der Wärme auf die Eigenschwere von Salzſoolen von gegebnem Gehalte darſtellen,

von

Joh. Andr. Bischof, Factor der Siederei zu Dürrenberg.

In meinen phyſikaliſch-techniſchen Unterſuchungen über die Salzſoolen, welche in dieſen Annalen vor fünf Jahren (Jahrg. 1810, S. 7 od. B. 35, S. 311) erſchienen ſind, habe ich unter andern Seite 320 und 328 zwei Formeln gegeben, nach welchen die Eigenſchweren des Waſſers und der Soolen von gegebnem Gehalte bei jeder Temperatur beſtimmt werden können. Die letzte Formel bezieht ſich zum Theil auf die Tabelle, welche ihr dort vorangedruckt iſt, und dieſes macht den Gebrauch derſelben unbequem. Ich glaube daher, daſs man nicht ungern hier die nachſtehende allgemeine Regel finden wird, wie ſich die Eigenſchwere einer Soole von gegebnem Gehalte für jede gegebne

Temperatur bestimmen läſst. Es iſt in dieſer Formel für die aus der erwähnten Tabelle zu nehmenden Gröſsen *R* und *r* das nte Glied der arithmetiſchen Reihe vom zweiten Range, auf die es hierbei ankömmt, ſubſtituirt, für *Z* und *z* aber die Formel geſetzt, welche daſelbſt Seite 320 ſteht; und endlich iſt die ſpecifiſche Schwere des Waſſers bei 15° R. Temperatur hier gleich 1 genommen worden.

„Wenn man bei einer Temperatur von *m* Grade Reaum. die ſpecifiſche Schwere ($= a$) des Waſſers oder der Soole gefunden hat, und es ſoll beſtimmt werden, wie viel ein gleiches Volumen dieſer Flüſſigkeiten wiegen werde bei einer Temperatur von n° Reaum., ſo iſt die zu ſuchende ſpecifiſcheSchwere (*A*) die folgende:

$$A = \frac{(0{,}00002841\, n^2 - 0{,}00349432\, n + 1{,}04602272)}{0{,}00002841\, m^2 - 0{,}00349432\, m + 1{,}04602272} \times$$

$$\times \left(a - [1{,}001875 - m(5+m) \,.\, 0{,}00000625]\right)$$

$$+ 1{,}001875 - n(5 + n \,.\, 0{,}00000625$$

Da indeſs bei Salzwerken die Frage nach den ſpecifiſchen Soolſchweren bei verſchiedenen Temperaturen ſehr oft vorkömmt, und der vorſtehende Ausdruck etwas mühſam zu behandeln ſeyn dürfte; ſo habe ich nach dieſer Formel die ſpecifiſchen Schweren von 209 Soolen, die bei 15° R. Temperatur je eine um 0,001 ſpecifiſch ſchwerer als die vorhergehende iſt, für die Wärme 0° bis 80° R. berechnet, und in folgende Tabelle

eingetragen. Jede ſenkrechte Spalte iſt einer und derſelben Soole beſtimmt, und zeigt ihre verſchiedenen Eigen-Schweren bey verſchiedenen Wärmegraden. Für jede Soole iſt zugleich unten angegeben: ihr Gehalt nach Graden *), und nach Procenten **), ſo wie ihr Gefrierpunct und ihr Siedepunct nach Graden der Reaumurſchen Skale. Wenn man daher bei irgend einer Temperatur die Eigen-Schwere einer gegebenen Soole abgewogen hat, und man ſucht in der zu dieſer Temperatur gehörenden horizontalen Reihe, in der Tabelle die gefundne Eigen-Schwere auf, ſo findet ſich auch in der nämlichen ſenkrechten Spalte nicht allein die *Eigen-Schwere*, welche einer ſolchen Soole bei den übrigen Temperaturen zukömmt, ſondern auch zu unterſt den *Gehalt* dieſer Soole; und zwar ſtehn in der mit *Gr.* (Grädigkeit) bezeichneten horizontalen Reihe die Gewichtstheile Waſſer, welche ſich bei 1 Gewichtstheile Salz einer ſolchen Soole befinden, und unter *Pr.* (Procent) die Gewichtstheile Salz, welche in 100 Theilen dieſer Soole enthalten ſind.

Hat man aber mit einer Soolwage, die bei 15° R. Temperatur verfertigt worden iſt, eine Soole bei einer andern Wärme gewogen, und ſie zum

*) Das heiſst, die in ihnen bei 1 Gewichtstheile Salz enthaltene Zahl von Gewichtstheilen Waſſer.

**) Das iſt, die Gewichtstheile Salz, welche in 100 Gewichtstheilen Soole enthalten ſind.

Beispiel im Winter bei 0° Temperatur, 4gradig oder 20 Procent haltend gefunden, und man will ihren eigentlichen Gehalt bei 15° R. Temperatur wissen, so muss man folgendermasen verfahren: Man sucht unten in den mit Gehalt bezeichneten Reihen der Tabellen den Werth Gr. = 4 oder Pr. = 20 auf, und sieht dann nach, welche specifische Schwere in derselben Spalte neben 15° Temperatur steht. Diese specifische Schwere sucht man dann in der Tabelle unter 0° Temperatur auf, und geht darauf in derjenigen senkrechten Spalte, wo man sie gefunden hat, herunter in die Gehaltreihe. Hier findet man in dem angenommenen Fall 4,26 Grädigkeit oder 19 Procent, und dieses ist der wahre Gehalt der Soole, welche uns hier zum Beispiele gedient hat,

Es folgen nun die Tabellen über den Gehalt des Wassers und der Salzsoolen, nach Verschiedenheit der Temperatur *).

*) In der ersten senkrechten Spalte der specifischen Schweren, welche für reines *Wasser* gilt, giebt Hrn. Bischofs Tabelle folgende genauere Werthe, welche auf das eigenthümliche Gesetz, nach welchem sich die Dichtigkeit des Wassers um den Frostpunct ändert, Beziehung haben:

0° R.	1,0014078125	4° R.	1,00165
1	1,0015140625	5	1,0015625
2	1,0016078125	6	1,0014625
3	1,0016890625	7	1,00135

Hinter den Zahlen dieser Spalte, welche sich auf 2 und 7 endigen, steht noch eine 5 als siebente Decimalstelle. G.

Temperaturen.	Specifische Schweren der Salzsoolen von gegebnem Gehalte, in diesen Temperaturen.					
0° R.	1,001407	1,002921	1,003967	1,005013	1,006059	1,007105
1	1,001514	1,002880	1,003922	1,004965	1,006007	1,007050
2	1,001607	1,002826	1,003866	1,004905	1,005944	1,006983
3	1,001689	1,002761	1,003796	1,004832	1,005868	1,006904
4	1,001650	1,002680	1,003710	1,004740	1,005780	1,006810
5	1,001562	1,002592	1,003621	1,004650	1,005679	1,006709
6	1,001452	1,002488	1,003514	1,004540	1,005567	1,006593
7	1,001350	1,002375	1,003396	1,004419	1,005442	1,006464
8	1,001225	1,002245	1,003260	1,004284	1,005304	1,006324
9	1,001088	1,002104	1,003121	4,004138	1,005155	1,006172
10	1,000938	1,001951	1,002960	1,003979	1,004993	1,006000
11	1,000775	1,001786	1,002797	1,003808	1,004819	1,005830
12	1,000606	1,001608	1,002616	1,003620	1,004632	1,005641
13	1,000412	1,001418	1,002425	1,003428	1,004434	1,005439
14	1,000212	1,001215	1,002218	1,003220	1,004225	1,005220
15	1,	1,001	1,002	1,003	1,004	1,005
16	0,999775	1,000772	1,001769	1,002767	1,003764	1,004762
17	0,999537	1,000532	1,001527	1,002520	1,003517	1,004510
18	0,999287	1,000280	1,001272	1,002264	1,003257	1,004249
19	0,999025	1,000015	1,001005	1,001994	1,002984	1,003974
20	0,998750	0,999737	1,000725	1,001712	1,002700	1,003687
25	0,997187	0,998164	0,999140	1,000116	1,001093	1,002069
30	0,995312	0,996279	0,997246	0,998212	0,999179	1,000146
35	0,993125	0,994083	0,995042	0,996000	0,996959	0,997917
40	0,990625	0,991576	0,992528	0,993480	0,994432	0,995383
45	0,987812	0,988759	0,989705	0,990650	0,991597	0,992544
50	0,984687	0,985630	0,986570	0,987514	0,988457	0,989399
55	0,981250	0,982189	0,983129	0,984069	0,985009	0,985949
60	0,977500	0,978438	0,979377	0,980316	0,981254	0,982193
65	0,973437	0,974376	0,975315	0,976250	0,977193	0,978132
70	0,969062	0,970003	0,970943	0,971884	0,972825	0,973765
75	0,964375	0,965318	0,966262	0,967206	1,968150	0,969093
80	0,959375	0,960323	0,961271	0,962220	0,963168	0,964116
Dieser Salzsoole Gehalt Gr.	Wasser	702,3836	350,8405	233,6594	175,0686	139,9143
Dieser Salzsoole Gehalt Pr.	——	0,1421	0,2842	0,4261	0,5678	0,7096
Dieser Salzsoole Gefr. Pnct.	— 0° R.	— 0,08	— 0,16	— 0,24	— 0,32	— 0,41
Dieser Salzsoole Siede-Pnct.	80° R.	80,03	80,06	80,10	80,13	80,17

Temperatur.	Specifische Schweren der Salzsoolen von gegebnem Gehalte, in diesen Temperaturen.					
0° R	1,008151	1,009197	1,010243	1,011289	1,012335	1,013381
1	1,008093	1,009136	1,010178	1,011221	1,012263	1,013305
2	1,008022	1,009062	1,010100	1,011140	1,012179	1,013218
3	1,007939	1,008975	1,010011	1,011047	1,012083	1,013118
4	1,007840	1,008877	1,009910	1,010940	1,011975	1,013007
5	1,007738	1,008767	1,009796	1,010826	1,011855	1,012884
6	1,007619	1,008645	1,009670	1,010697	1,011723	1,012749
7	1,007487	1,008510	1,009533	1,010556	1,011579	1,012602
8	1,007344	1,008364	1,009384	1,010404	1,011424	1,012443
9	1,007188	1,008205	1,009222	1,010239	1,011256	1,012273
10	1,007020	1,008035	1,009049	1,010062	1,011077	1,012090
11	1,006841	1,007852	1,008863	1,009874	1,010885	1,011896
12	1,006649	1,007657	1,008665	1,009673	1,010682	1,011690
13	1,006445	1,007450	1,008455	1,009461	1,010466	1,011472
14	1,006228	1,007230	1,008234	1,009236	1,010239	1,011242
15	1,006	1,007	1,008	1,009	1,010	1,011
16	1,005759	1,006756	1,007754	1,008751	1,009749	1,010746
17	1,005506	1,006501	1,007496	1,008490	1,009486	1,010480
18	1,005240	1,006230	1,007226	1,008218	1,009211	1,010203
19	1,004964	1,005954	1,006944	1,007934	1,008924	1,009914
20	1,004675	1,005662	1,006650	1,007630	1,008625	1,009612
25	1,003046	1,004022	1,004999	1,005975	1,006952	1,007928
30	1,001113	1,002079	1,003046	1,004013	1,004980	1,005947
35	0,998876	0,999834	1,000793	1,001752	1,002710	1,003668
40	0,996335	0,997287	0,998238	0,999190	1,000142	1,001093
45	0,993490	0,994436	0,995383	0,996329	0,997275	0,998222
50	0,990341	0,991284	0,992226	0,993168	0,994111	0,995053
55	0,986888	0,987828	0,988768	0,989708	0,990647	0,991587
60	0,983132	0,984070	0,985009	0,985947	0,986886	0,987825
65	0,979070	0,980010	0,980949	0,981880	0,982826	0,983765
70	0,974706	0,975647	0,976587	0,977528	0,978468	0,979409
75	0,970037	0,970980	0,971920	0,972868	0,973812	0,974756
80	0,965064	0,966013	0,966961	0,967909	0,968858	0,969806
Dieser Salzsoole Gehalt Gr.	116,4779	99,7377	87,1824	77,4171	69,6049	63,2151
Dieser Salzsoole Gehalt Pr.	0,8512	0,9926	1,1340	1,2752	1,4163	1,5575
Dieser Salzsoole Gefr. Punct.	— 0,49	— 0,57	— 0,65	— 0,73	— 0,82	— 0,9
Dieser Salzsoole Siede-Punct.	80,2	80,23	80,27	80,30	80,33	80,37

Temperatur.	Specifische Schweren der Salzsoolen von gegebnem Gehalte, in diesen Temperaturen.					
0° R.	1,014427	1,015473	1,016519	1,017565	1,018611	1,019657
1	1,014348	1,015391	1,016435	1,017476	1,018518	1,019561
2	1,014257	1,015296	1,016335	1,017374	1,018414	1,019453
3	1,014154	1,015190	1,016226	1,017262	1,018297	1,019333
4	1,014040	1,015072	1,016105	1,017137	1,018170	1,019202
5	1,013913	1,014943	1,015972	1,017001	1,018030	1,019060
6	1,013775	1,014801	1,015827	1,016853	1,017879	1,018906
7	1,013625	1,014648	1,015671	1,016694	1,017717	1,018740
8	1,013463	1,014483	1,015503	1,016523	1,017543	1,018563
9	1,013290	1,014307	1,015323	1,016340	1,017357	1,018374
10	1,013104	1,014118	1,015132	1,016146	1,017160	1,018174
11	1,012907	1,013918	1,014929	1,015940	1,016951	1,017962
12	1,012698	1,013706	1,014714	1,015722	1,016731	1,017739
13	1,012477	1,013482	1,014488	1,015493	1,016499	1,017504
14	1,012244	1,013247	1,014249	1,015252	1,016255	1,017258
15	1,012	1,013	1,014	1,015	1,016	1,017
16	1,011743	1,012741	1,013738	1,014736	1,015733	1,016730
17	1,011475	1,012470	1,013460	1,014460	1,015454	1,016449
18	1,011195	1,012187	1,013180	1,014172	1,015163	1,016157
19	1,010903	1,011894	1,012883	1,013873	1,014864	1,015853
20	1,010600	1,011587	1,012575	1,013562	1,014550	1,015537
25	1,008904	1,009881	1,010857	1,011834	1,012810	1,013786
30	1,006913	1,007880	1,008847	1,009814	1,010781	1,011747
35	1,004627	1,005585	1,006544	1,007503	1,008461	1,009419
40	1,002045	1,002997	1,003949	1,004900	1,005852	1,006804
45	0,999168	1,000115	1,001061	1,002007	1,002953	1,003899
50	0,995995	0,996937	0,997880	0,998822	0,999764	1,000707
55	0,992527	0,993467	0,994407	0,995346	0,996286	0,997226
60	0,988763	0,989702	0,990641	0,991579	0,992518	0,993457
65	0,984704	0,985643	0,986582	0,987521	0,988460	0,989399
70	0,980350	0,981290	0,982231	0,983172	0,984112	0,985053
75	0,975700	0,976643	0,977587	0,978531	0,979475	0,980418
80	0,970754	0,971705	0,972651	0,973599	0,974547	0,975496
Dieser Salzsoole Gehalt Gr.	57,8865	53,3793	49,516	46,1678	43,2382	40,6531
Dieser Salzsoole Gehalt Pr.	1,6981	1,8389	1,9795	2,1201	2,2604	2,4007
Dieser Salzsoole Gefr. Pnct.	— 0,98	— 1,06	— 1,14	— 1,22	— 1,31	— 1,39
Dieser Salzsoole Siede-Pnct.	80,4	80,43	80,47	80,5	80,54	80,57

Temperatur.	Specifische Schweren der Salzsoole von gegebnem Gehalte, in diesen Temperaturen.					
0° R.	1,020703	1,021749	1,022795	1,023841	1,024887	1,025933
1	1,020605	1,021646	1,022688	1,023731	1,024773	1,025816
2	1,020492	1,021531	1,022570	1,023609	1,024648	1,025688
3	1,020369	1,021405	1,022411	1,023476	1,024512	1,025548
4	1,020235	1,021267	1,022300	1,023332	1,024365	1,025397
5	1,020089	1,021118	1,022147	1,023177	1,024206	1,025235
6	1,019932	1,020958	1,021984	1,023010	1,024036	1,025062
7	1,019763	1,020786	1,021809	1,022832	1,023855	1,024878
8	1,019583	1,020603	1,021622	1,022642	1,023662	1,024682
9	1,019391	1,020408	1,021425	1,022442	1,023458	1,024475
10	1,019188	1,020202	1,021216	1,022230	1,023243	1,024258
11	1,018973	1,019984	1,020995	1,022006	1,023017	1,024027
12	1,018747	1,019755	1,020763	1,021772	1,022780	1,023788
13	1,018509	1,019515	1,020521	1,021526	1,022531	1,023536
14	1,018260	1,019260	1,020266	1,021268	1,022271	1,023270
15	1,018	1,019	1,020	1,021	1,022	1,023
16	1,017728	1,018725	1,019722	1,020720	1,021717	1,022715
17	1,017444	1,018439	1,019434	1,020429	1,021423	1,022418
18	1,017149	1,018142	1,019134	1,020126	1,021119	1,022112
19	1,016843	1,017833	1,018823	1,019812	1,020802	1,021792
20	1,016525	1,017513	1,018500	1,019487	1,020475	1,021463
25	1,014763	1,015739	1,016716	1,017692	1,018668	1,019645
30	1,012714	1,013681	1,014647	1,015614	1,016581	1,017548
35	1,010378	1,011337	1,012295	1,013254	1,014212	1,015171
40	1,007755	1,008707	1,009659	1.010611	1,011563	1,012514
45	1,004846	1,005792	1,006738	1,007685	1,008631	1,009577
50	1,001650	1,002591	1,003554	1,004476	1,005418	1,006361
55	0,998166	0,999105	1,000045	1.000985	1,001925	1,002864
60	0,994395	0,995334	0,996272	0,997212	0,998150	0,999088
65	0,990338	0,991277	0.992216	0,994155	0,995093	0,995032
70	0,985995	0,986934	0,987875	0,988815	0,989756	0,990697
75	0,981362	0,982306	0,983250	0,984195	0,985137	0,986081
80	0,976444	0,977392	0,978340	0,979289	0,980257	0,981186
Dieser Salzsoole Gehalt Gr.	38,3555	36,2993	34,449	32,7747	31,2527	29,8631
Dieser Salzsoole Gehalt Pr.	2,5409	2,681	2,8209	2,9608	3,1005	3,2401
Dieser Salzsoole Gefr. Pnct.	— 1,47	— 1,55	— 1,63	— 1,71	— 1,80	— 1,88
Dieser Salzsoole Siede. Pnct.	80°,6 R.	80,64	80,67	80,7	80,74	80,77

Temperatur.	Specifische Schweren der Salzsoolen von gegebnem Gehalte, in diesen Temperaturen.					
0° R.	1,026979	1,028025	1,029071	1,030118	1,031163	1,032210
1	1,026859	1,027901	1,028944	1,029986	1,031029	1,032071
2	1,026727	1,027766	1,028805	1,029844	1,030883	1,031922
3	1.026584	1,027620	1,028655	1,029691	1,030727	1,031763
4	1,026430	1,027462	1,028495	1,029527	1,030560	1,031592
5	1,026264	1,027294	1,028323	1,029352	1,030382	1,031411
6	1,026088	1,027114	1,028140	1,029166	1,030192	1,031218
7	1,025901	1,026923	1,027947	1,028969	1,029992	1,031015
8	1,025702	1,026722	1,027742	1,028762	1,029782	1,030801
9	1,025492	1,026509	1,027526	1,028543	1,029560	1,030577
10	1,025271	1,026285	1,027299	1,028313	1,029327	1,030341
11	1,025049	1,026050	1,027061	1.028072	1,029083	1,030094
12	1,024796	1,025804	1,026812	1,027821	1,028829	1,029837
13	1,024542	1,025547	1,026553	1,027558	1,028563	1,029569
14	1,024270	1,025279	1,026281	1,027284	1,028287	1,029290
15	1,024	1,025	1,026	1,027	1,028	1,029
16	1,023712	1,024709	1,025707	1,026704	1,027702	1,028699
17	1,023410	1,024408	1,025403	1,026398	1,027393	1,028387
18	1,023103	1,024095	1,025088	1,026080	1,027072	1,028065
19	1,022782	1,023772	1,024762	1,025752	1,026742	1,027731
20	1,022450	1,023437	1,024425	1,025412	1,026400	1,027388
25	1,020621	1,021598	1,022574	1,023551	1,024527	1,025503
30	1,018514	1,019481	1,020448	1,021415	1,022382	1,023348
35	1,016129	1,017088	1,018070	1,019001	1,019963	1,020922
40	1,013466	1,014418	1,015369	1,016324	1,017272	1,018225
45	1,010524	1,011470	1,012416	1,013362	1,014310	1,015255
50	1,007303	1,008245	1,009188	1,010131	1,011073	1,012015
55	1,003804	1,004744	1,005684	1,006624	1,007563	1,008503
60	1,000027	1,000966	1,001904	1,002843	1,003782	1,004721
65	0,995971	0,996910	0,997849	0,998788	0,999727	1,000666
70	1,991637	0,992578	0,993518	0,994459	1.995400	0,996341
75	1,987025	0,987968	0,988912	0,989856	0,990800	0,991745
80	1,982134	0,983082	0,984030	1,984979	0,985927	0,986875
Dieser Salzsoole Gehalt Gr.	28,5892	27,4172	26,3354	25,5337	24,4035	23,5374
Dieser Salzsoole Gehalt Pr.	3,3796	3,519	3,6583	3,7972	3,9364	4,0754
Dieser Salzsoole Gefr. Pnct.	— 1,96	— 2,04	— 2,12	— 2,21	— 2,29	— 2,37
Dieser Salzsoole Siede-Pnct.	80,81	80,84	80,87	80,91	80,94	80,97

Temperatur.	Specifische Schweren der Salzsoolen von gegebnem Gehalte, in diesen Temperaturen.					
0° R.	1,033255	1,034301	1,035347	1,036393	1,037439	1,038486
1	1,033115	1,034156	1,035199	1,036242	1,037284	1,038327
2	1,032962	1,034001	1,035040	1,036079	1,037118	1,038158
3	1,032799	1,033834	1,034870	1,035906	1,036942	1,037978
4	1,032625	1,033657	1,034690	1,035722	1,036755	1,037787
5	1,032440	1,033469	1,034499	1,035528	1,036557	1,037586
6	1,032245	1,033270	1,034297	1,035325	1,036349	1,037375
7	1,032038	1,033061	1,034085	1,035107	1,036130	1,037153
8	1,031821	1,032842	1,033861	1,034881	1,035901	1,036921
9	1,031594	1,032611	1,033627	1,034644	1,035661	1,036678
10	1,031355	1,032369	1,033383	1,034397	1,035410	1,036424
11	1,031106	1,032117	1,033127	1,034138	1,035149	1,036161
12	1,030846	1,031854	1,032862	1,033870	1,034878	1,035886
13	1,030574	1,031580	1,032585	1,033590	1,034596	1,035602
14	1,030292	1,031295	1,032298	1,033300	1,034303	1,035306
15	1,030	1,031	1,032	1,033	1,034	1,035
16	1,029696	1,030694	1,031692	1,032688	1,033686	1,034683
17	1,029382	1,030377	1,031372	1,032367	1,033361	1,034356
18	1,029057	1,930049	1,031042	1,032034	1,033027	1,034019
19	1,028722	1,029712	1,030702	1,031691	1,032681	1,033671
20	1,028375	1,029362	1,030350	1,031337	1,032325	1,033313
25	1,026480	1,027456	1,028433	1,029409	1,030385	1,031362
30	1,024316	1,025283	1,026249	1,027216	1,028183	1,029150
35	1,021881	1,022839	1,023797	1,024756	1,025715	1,026673
40	1,019176	1,020128	1,021079	1,022031	1,022983	1,023934
45	1,016202	1,017148	1,018095	1,019041	1,019987	1,020933
50	1,012957	1,013899	1,014842	1,015784	1,016726	1,017669
55	1,009443	1,010383	1,011323	1,012262	1,013202	1,014142
60	1,005660	1,006598	1,007536	1,008475	1,009414	1,010352
65	1,001605	1,002544	1,003483	1,004422	1,005360	1,006299
70	0,997281	0,998222	0,999162	1,000103	1,001044	1,001985
75	0,992687	0,993651	0,994575	0,995518	0,996462	0,997406
80	0,987824	0,988772	0,989720	0,990668	0,991617	0,992565
Dieser Salzsoole Gehalt Gr.	22,7291	21,973	21,2641	20,5982	19,9713	19,3803
Dieser Salzsoole Gehalt Pr.	4,2142	4,3529'	4,4915	4,63	4,7684	4,9067
Dieser Salzsoole Gefr. Punct.	— 2,45	— 2,53	— 2,61	— 2,7	—2,78	— 2,86
Dieser Salzsoole Siede-Punct.	81,01	81,04	81,07	81,11	81,14	81,18

Temperatur.	Specifische Schweren der Salzsoolen von gegebnem Gehalte, in diesen Temperaturen.					
0° R.	1,039532	1,040578	1,041624	1,042670	1,043716	1,044762
1	1,039369	1,040412	1,041454	1,042497	1,043539	1,044582
2	1,039197	1,040236	1,041275	1,042314	1,043350	1,044392
3	1,039013	1,040049	1,041085	1,042121	1,043156	1,044192
4	1,038820	1,039850	1,040885	1,041918	1,042950	1,043982
5	1,038616	1,039645	1,040674	1,041703	1,042730	1,043762
6	1,038401	1,039427	1,040453	1,041479	1,042505	1,043531
7	1.038176	1,039199	1,040222	1,041245	1,042268	1,043291
8	1,037941	1,038961	1,039981	1,041000	1,042020	1,043040
9	1,037695	1,038712	1,039728	1,040745	1,041762	1,042779
10	1,037438	1,038452	1,039466	1,040480	1,041494	1,042508
11	1,037172	1,038183	1,039193	1,040205	1,041216	1,042227
12	1,036894	1,037902	1,038911	1,039919	1,040927	1,041936
13	1,036607	1,037612	1,038617	1,039623	1,040628	1,041634
14	1,036308	1,037311	1,038314	1,039318	1,040319	1,041322
15	1,036	1,037	1,038	1,039	1,040	1,041
16	1,035681	1,036678	1,037675	1,038673	1,039670	1,040668
17	1,035351	1,036346	1,037341	1,038336	1,039330	1,040325
18	1,035011	1,036003	1,036996	1,037988	1,038980	1,039973
19	1,034661	1,035657	1,036641	1,037630	1,038620	1,039610
20	1,034300	1,035287	1,036275	1,037262	1,038250	1,039237
25	1,032338	1,033315	1,034291	1,035268	1,036244	1,037220
30	1,030116	1,031083	1,032049	1,033016	1,033983	1,034949
35	1,027632	1,028590	1,029549	1,030508	1,031466	1,032424
40	1,024886	1,025838	1,026789	1,027742	1,028693	1,029645
45	1,021879	1,022826	1,023773	1,024719	1,025664	1,026611
50	1,018611	1,019553	1,020496	1,021438	1,022380	1,023323
55	1,015082	1,016022	1,016961	1,017901	1,018841	1,019781
60	1,011291	1,012229	1,013168	1,014107	1,015045	1,015984
65	1,007238	1,008177	1,009117	1,010055	1,010994	1,011933
70	1,002925	1,003865	1,004806	1,005747	1,006687	1,007628
75	0.998350	0,999293	1,000238	1,001185	1.002125	1,003068
80	0,993514	0,994462	0,995410	0,996358	0.997307	0,998250
Dieser Salzsoole Gehalt Gr.	18,8221	18,2941	17,7939	17,3194	16,8685	16,4396
Dieser Salzsoole Gehalt Pr.	5,0449	5,1829	5,3209	5,4587	5,5964	5,734
Dieser Salzsoole Gefr. Pnct.	— 2,94	— 3,02	— 3,11	— 3,19	— 3,27	— 3,35
Dieser Salzsoole Siede-Pnct.	81,21	81,24	81,28	81,31	81,34	81,38

Temperatur.	Specifische Schweren der Salzsoole von gegebnem Gehalte, in diesen Temperaturen.					
0° R.	1,045808	1,046854	1,047900	1,048946	1,049992	1,051038
1	1,045625	1,046667	1,047710	1,048752	1,049795	1,050837
2	1,045431	1,046470	1,047510	1,048549	1,049588	1,050627
3	1,045225	1,046264	1,047299	1,048335	1,049371	1,050407
4	1,045015	1,046047	1,047080	1,048113	1,049145	1,050178
5	1,044791	1,045820	1,046850	1,047879	1,048908	1,049937
6	1,044558	1,045584	1,046610	1,047636	1.048662	1,049688
7	1,044314	1,045337	1,046360	1,047385	1,048470	1,049428
8	1,044060	1,045080	1,046100	1,047120	1,048140	1,049159
9	1,043796	1,044813	1,045830	1,046847	1,047863	1,048880
10	1,043522	1,044536	1,045550	1,046564	1,047578	1,048592
11	1,043238	1,044249	1,045260	1,046271	1,047282	1,048293
12	1,042943	1,043952	1,044960	1.045968	1,046976	1,047985
13	1,042639	1,043644	1,044650	1,045656	1,046661	1,047666
14	1,042324	1,043327	1,044330	1,045332	1,046335	1,047338
15	1,042	1,043	1,044	1,045	1,046	1,047
16	1,041665	1,042662	1,043660	1,044657	1,045654	1,046652
17	1,041320	1,042315	1,043310	1,044305	1,045299	1,046294
18	1,040965	1,041957	1,042950	1,043942	1,044934	1,045927
19	1,040600	1,041590	1,042580	1,043570	1,044560	1,045549
20	1,040225	1,041212	1,042200	1,043187	1,044175	1,045162
25	1,038197	1,039173	1,040150	1,041127	1,042103	1,043079
30	1,035916	1,036885	1,037850	1,038816	1,039785	1,040750
35	1,033353	1,034342	1,035300	1,036258	1,037217	1,038175
40	1,030596	1,031549	1,032500	1,033452	1,034473	1,035355
45	1,027558	1,028504	1,029450	1,030396	1,031343	1,032289
50	1,024265	1,025207	1,026150	1.027092	1.028034	1,028977
55	1,020720	1,021660	1.022600	1,023539	1,024479	1,025419
60	1,016923	1,717862	1,018800	1,019738	4,020678	1,021616
65	1,012872	1,013811	1,014750	1,015689	1,016628	1,017567
70	1,008569	1,009509	1,010450	1,011390	1,012331	1,013272
75	1,004012	1,004956	1,005900	1,006843	1,007787	1,008751
80	0,999203	1,000151	1,001100	1,002048	1,002996	1,003945
Dieser Salzsoole Gehalt Gr.	16,0312	15,6416	15,2699	14,9146	14,5748	14,2494
Dieser Salzsoole Gehalt Pr.	5,8715	6,009	6,1463	6,2835	6,4206	6,5575
Dieser Salzsoole Gefr. Pnct.	— 3,43	— 3,51	— 3,6	— 3,68	— 3,76	— 3,84
Dieser Salzsoole Siede-Pnct.	81,41	81,45	81,48	81,51	81,55	81-58

Temperatur.	Specifische Schweren der Salzsoole von gegebnem Gehalte, in diesen Temperaturen.					
0° R.	1,052084	1,053130	1,054177	1,055221	1,056268	1,057314
1	1,051880	1,052922	1,053965	1,055008	1,056050	1,057095
2	1,051666	1,052705	1,053745	1,054784	1,055823	1,056862
3	1,051443	1,052479	1,053515	1,054550	1,055586	1,056622
4	1,051210	1,052243	1,053275	1,054307	1,055340	1,056372
5	1,050967	1,051996	1,053025	1,054055	1,055084	1,056113
6	1,050714	1,051740	1,052767	1,053792	1,054818	1,055845
7	1,050452	1,051475	1,052498	1,053520	1,054543	1,055566
8	1,050180	1,051200	1,052220	1,053239	1,054259	1,055279
9	1,049897	1,050915	1,051932	1,052948	1,053965	1,054982
10	1,049606	1,050619	1,051633	1,052647	1,053661	1,054675
11	1,049304	1,050315	1,051327	1,052337	1,053348	1,054359
12	1,048993	1,050000	1,051009	1,052018	1,053025	1,054033
13	1,048672	1,049677	1,050682	1,051687	1,052693	1,053698
14	1,048341	1,049343	1,050346	1,051349	1,052351	1,053354
15	1,048	1,049	1,050	1,051	1,052	1,053
16	1,047649	1,048647	1,049644	1,050642	1,051639	1,052636
17	1,047289	1,048284	1,049279	1,050274	1.051268	1,052263
18	1,046919	1,047911	1,048904	1,049896	1,050888	1,051881
19	1,046539	1,047529	1,048520	1,049509	1,050499	1,051489
20	1,046150	1,047138	1,048125	1,049113	1,050100	1,051088
25	1,044055	1,045032	1,046008	1,046985	1,047961	1,048937
30	1,041717	1,042683	1,043650	1,044618	1,045584	1,046550
35	1,039134	1,040092	1,041051	1,042009	1,042968	1,043926
40	1,036306	1,037258	1,038210	1,039162	1,040114	1,041066
45	1,033235	1,034182	1,035128	1,036074	1.037020	1,037966
50	1,029919	1,030861	1.031804	1,032746	1,033688	1,034631
55	1,026359	1,027298	1,028238	1,029179	1,030119	1,031058
60	1,022554	1,023493	1,024432	1,025370	1,026309	1,027248
65	1,018506	1,019444	1,020383	1,021322	1,022261	1,023200
70	1,014212	1,015154	1,016094	1,017034	1,017975	1,018916
75	1,009675	1,010618	1,011563	1,012506	1,013450	1,014394
80	1,004893	1,005841	1,006789	1,007738	1.008686	1,009634
Dieser Salzsoole Gehalt Gr.	13,9376	13,6385	13,3514	13,0755	12,8103	12,5549
Dieser Salzsoole Gehalt Pr.	6,6945	6,8313	6,9679	7,1045	7,2409	7,3774
Dieser Salzsoole Gefr. Pnct.	−3,92	−4,01	−4,09	−4,17	−4,25	−4,33
Dieser Salzsoole Siede-Pnct.	81,61	81,65	81,68	81,71	81,75	81,78

Temperatur.	Specifische Scweren der Salzsoolen von gegebnem Gehalte, in diesen Temperaturen.					
0° R.	1,058360	1,059406	1,060452	1,061498	1,062544	1,063590
1	1,058155	1,059178	1,060220	1,061263	1,062306	1,063350
2	1,057901	1,058940	1,059979	1,061019	1,062059	1,063090
3	1,057658	1.058693	1,059780	1,060765	1,061801	1,062836
4	1,057405	1,058437	1,059470	1,060502	1,061535	1,062567
5	1,057142	1,058172	1,059201	1,060230	1,061260	1,062288
6	1,056871	1,057897	1,058923	1,059940	1,060975	1,062001
7	1,056589	1,057612	1,058635	1,059658	1,060681	1,061704
8	1,056299	1,057318	1,058338	1,059358	1,060379	1,061398
9	1.055998	1,057015	1,058032	1,059049	1,060066	1,061083
10	1,055689	1,056703	1,057717	1,058731	1,059745	1,060758
11	1,055370	1,056381	1,057392	1,058403	1,059414	1,060425
12	1,055042	1,056050	1,057058	1,058067	1,059074	1 060082
13	1,054704	1,055709	1,056714	1,057720	1,058726	1,059731
14	1,054356	1,055359	1,056360	1,057364	1,058367	1,039370
15	1,054	1,055	1,056	1,057	1,058	1,059
16	1.053634	1,054631	1,055628	1,056626	1,057623	1,058620
17	1,053260	1,054253	1,055248	1,056243	1,057237	1,058232
18	1,052873	1,053865	1,054858	1,055850	1,056842	1,057835
19	1,052479	1,053468	1,054458	1,055448	1,056438	1,057428
20	1,052075	1,053062	4,054050	1,055038	1,056025	1,057012
25	1,049914	1,050890	1,051867	1,052843	1,053820	1,054796
30	1,047517	1,048484	1,049451	1,050418	1,051384	1,052351
35	1,044885	1,045843	1,046802	1,047761	1,048719	1,049678
40	1,042017	1,042969	1,043920	1,044872	1,045824	1,046775
45	1,038913	1,039859	1,040805	1,041752	1,042698	1,043644
50	1,035573	1,036515	1,037458	1,038400	1,039342	1,040285
55	1,031997	1,032937	1,033877	1,034817	1,035757	1,036696
60	1,028187	1,029125	1,030063	1,031002	1,031941	1,032879
65	1,024139	1,025078	1,026017	1,026956	1,027895	1,028833
70	1,019856	1,020797	1,021737	1,022678	1,023618	1,024559
75	1,015337	1,016201	1,017225	1,018169	1,019112	1,020056
80	1,010583	1,011532	1,012479	1,013428	1,014376	1,015324
Dieser Salzsoole Gehalt Gr.	12,3091	12,0722	11,8438	11,6234	11,4105	11,2049
Dieser Salzsoole Gehalt Pr.	7,5135	7,6498	7,7859	7,9218	8,0577	8,1934
Dieser Salzsoole Gefr. Pnct.	— 4,41	— 4,5	— 4,58	— 4,66	— 4,74	— 4,82
Dieser Salzsoole Siede-Pnct.	81,82	81,85	81,88	81,92	81,95	81,98

Temperatur.	Specifische Schweren der Salzsoolen von gegebnem Gehalte, in diesen Temperaturen.					
0° R.	1,064636	1,065683	1,066728	1,067774	1,068820	1,069867
1	1,064391	1,065433	1,066476	1,067518	1,068561	1,069603
2	1,064136	1,065175	1,066214	1,067254	1,068293	1,069332
3	1,063872	1,064908	1,065944	1,066980	1,068016	1,069052
4	1,063600	1,064632	1,065665	1,066697	1,067730	1,068762
5	1,063320	1,064347	1,065376	1,066406	1,067435	1,068464
6	1,063027	1,064053	1,065079	1,066105	1,067131	1,068157
7	1,062727	1,063750	1,064773	1,065790	1,066819	1,067842
8	1,062418	1,063438	1,064458	1,065478	1,066497	1,067518
9	1,062100	1,063117	1,064133	1,065150	1,066167	1,067184
10	1,061772	1,062786	1,063800	1,064814	1,065828	1,066842
11	1,061436	1,062448	1,063458	1,064469	1,065480	1,066491
12	1,061091	1,062099	1,063107	1,064115	1,065123	1,066132
13	1,060736	1,061742	1,062747	1,063752	1,064758	1,065765
14	1,060372	1,061375	1,062378	1,063380	1,064383	1,065386
15	1,060	1,061	1,062	1,063	1,064	1,065
16	1,059618	1,060615	1,061613	1,062610	1,063607	1,064605
17	1,059227	1,060222	1,061217	1,062211	1,063206	1,064201
18	1,058827	1,059819	1,060812	1,061804	1,062796	1,063789
19	1,058418	1,059408	1,060398	1,061388	1,062378	1,063367
20	1,058000	1,058987	1,059975	1,060962	1,061950	1,062957
25	1,055772	1,056749	1,057725	1,058702	1,059678	1,060655
30	1,053318	1,054285	1,055252	1,056218	1,057186	1,058152
35	1,050636	1,051595	1,052553	1,053512	1,054470	1,055429
40	1,047727	1,048679	1,049631	1,050582	1,051534	1,052485
45	1,044599	1,045537	1,046483	1,047429	1,048377	1,049322
57	1,041227	1,042169	1,043112	1,044054	1,044996	1,045939
55	1,037636	1,038577	1,039516	1,040456	1,041395	1,042335
60	1,033818	1,034757	1,035695	1,036634	1,037572	1,038511
65	1,029770	1,030712	1,031650	1,032589	1,033528	1,034467
70	1,025500	1,026447	1,027381	1,028322	1,029262	1,030203
75	1,021000	1,021943	1,022887	1,023831	1,024775	1,025718
80	1,016272	1,017221	1,018169	1,019118	1,020066	1,021014
Dieser Salzsoole Gehalt Gr.	11,0062	10,8139	10,6278	10,4477	10,2731	10,1039
Dieser Salzsoole Gehalt Pr.	8,529	8,4646	8,06	8,7353	8,8706	9,0058
Dieser Salzsoole Gefr. Pnct.	−4,91	−4,99	−5,07	−5,15	−5,23	−5,31
Dieser Salzsoole Siede. Pnct.	82,02	82,05	82,09	82,12	82,15	82,19

Temperatur.	Specifische Schweren der Salzsoole von gegebnem Gehalte, in diesen Temperaturen.					
0° R.	1,070912	1,071958	1,073005	1,074050	1,075096	1,076145
1	1,070646	1,071689	1,072731	1,073774	1,074816	1,075859
2	1,070371	1,071410	1,072449	1,073488	1,074528	1,075567
3	1,070087	1,071124	1,072159	1,073194	1,074230	1,075266
4	1,069795	1,070827	1,071860	1,072892	1,073925	1,074957
5	1,069493	1,070523	1,071552	1,072581	1,073610	1,074640
6	1,069183	1,070210	1,071236	1,072262	1,073288	1,074314
7	1,068865	1,069888	1,070910	1,071934	1,072956	1,073979
8	1,068537	1,069557	1,070577	1,071597	1,072617	1,073637
9	1,068201	1,069218	1,070235	1,071252	1,072269	1,073285
10	1,067856	1,068870	1,069884	1,070890	1,071912	1,072926
11	1,067502	1,068513	1,069525	1,070535	1,071547	1,072558
12	1,067140	1,068148	1,069156	1,070164	1,071173	1,072181
13	1,066768	1,067774	1,068779	1,069785	1,070790	1,071795
14	1,066388	1,067392	1,068394	1,069396	1,070399	1,071402
15	1,066	1,067	1,068	1,069	1,070	1,071
16	1,065602	1,066599	1,067597	1,068594	1,069592	1,070589
17	1,065196	1,066191	1,067186	1,068180	1,069175	1,070170
18	1,064781	1,065773	1,066766	1,067758	1,068750	1,069743
19	1,064357	1,065348	1,066337	1,067327	1,068318	1,069307
20	1,063925	1,064913	1,065900	1,066888	1,067875	1,068862
25	1,061631	1,062607	1,063584	1,064560	1,065537	1,066513
30	1,059119	1,060086	1,061052	1,062029	1,062996	1,063962
35	1,056387	1,057346	1,058305	1,059263	1,060221	1,061180
40	1,053437	4,054389	1,055340	1,056292	1,057244	1,058196
45	1,050269	1,051215	1,052161	1,053107	1,054054	1,055000
50	1,046881	1,047823	1,048766	1,049708	1,050650	1,051593
55	1,043275	1,044215	1,045154	1,046094	1,047034	1,047974
60	1,039450	1,040388	1,041328	1,042265	1,043204	1,044143
65	1,035406	1,036345	1,037284	1,038220	1,039162	1,040100
70	1,031144	1,032084	1,033025	1,033965	1,034906	1,035847
75	1,026662	1,027606	1,028550	1,029493	1,030437	1,031381
80	1,021962	1,022910	1,023859	1,024807	1,025755	1,026704
Dieser Salzsoole Gehalt Gr.	9,9599	9,7808	9,6263	9,476	9,3305	9,1889
Dieser Salzsoole Gehalt Pr.	9,1408	9,2757	9,4106	9,5456	9,68	9,8146
Dieser Salzsoole Gefr. Pnct.	— 5,4	— 5,48	— 5,56	— 5,64	— 5,72	— 5,8
Dieser Salzsoole Siede-Pnct.	82,22	82,25	82,29	82,32	82,35	82,39

Temperatur.	Specifische Schweren der Salzsoolen von gegebnem Gehalte, in diesen Temperaturen.					
0° R	1,077189	1,078234	1,079280	1,080327	1,081372	1,082418
1	1,076912	1,077944	1,078986	1,080029	1,081062	1,082115
2	1,076606	1,077645	1,078684	1,079723	1,080762	1,081802
3	1,076302	1,077338	1,078374	1,079409	1,080445	1,081481
4	1,075990	1,077020	1,078055	1,079087	1,080120	1,081152
5	1,075669	1,076698	1,077728	1,078757	1,079786	1,080815
6	1,075340	1,076366	1,077392	1,078418	1,079444	1,080470
7	1,075002	1,076025	1,077048	1,078071	1,079094	1,080117
8	1,074656	1,075676	1,076696	1,077116	1,078736	1,079756
9	1,074302	1,075319	1,076336	1,077353	1,078370	1,079387
10	1,073939	1,074953	1,075967	1,076981	1,077995	1,079009
11	1,073568	1,074579	1,075591	1,076601	1,077612	1,078623
12	1,073189	1,074197	1,075205	1,076213	1,077222	1,078230
13	1,072801	1,073806	1,074812	1,075818	1,076822	1,077828
14	1,072404	1,073407	1,074410	1,075412	1,076415	1,077418
15	1,072	1,073	1,074	1,075	1,076	1,077
16	1,071586	1,072584	1,073581	1,074579	1,075576	1,076573
17	1,071165	1,072160	1,073155	1,074149	1,075144	1,076139
18	1,070735	1,071727	1,072719	1,073712	1,074704	1,075697
19	1,070296	1,071286	1,072276	1,073266	1,074256	1,075246
20	1,069850	1,070837	1,071825	1,072812	1,073800	1,074787
25	1,067489	1,068466	1,069442	1,070419	1,071395	1,072372
30	1,064929	1,065896	1,066863	1,067829	1,068796	1,069763
35	1,062139	1,063097	1,064055	1,065014	1,065972	1,066931
40	1,059147	1,060099	1,061051	1,062003	1,062954	1,063906
45	1,055946	1,056893	1,057839	1,058785	1,059732	1,060678
50	1,052535	1,053477	1,054420	1,055362	1,056304	1,057247
55	1,048913	1,049853	1,050793	1,051733	1,052672	1,053612
60	1,045081	1,046020	1,046959	1,047897	1,048836	1,049775
65	1,041039	1,041978	1,042917	1,043856	1,044795	1,045734
70	1,036787	1,037728	1,038668	1,039609	1,040550	1,041490
75	1,032325	1,033268	1,034212	1,035156	1,036100	1,037040
80	1,027652	1,028600	1,029549	1,030497	1,031445	1,032393
Dieser Salzsoole Gehalt Gr.	9,0512	8,9173	8,787	8,6602	8,5366	8,4163
Dieser Salzsoole Gehalt Pr.	9,949	10,0854	10,2176	10,3517	10,4859	10,6199
Dieser Salzsoole Gefr. Punct.	− 5,89	− 5,97	− 6,05	− 6,13	− 6,21	− 6,3
Dieser Salzsoole Siede-Punct.	82,42	82,46	82,49	82,52	82,56	82,59

Temperatur.	Specifische Schweren der Salzsoole von gegebnem Gehalte, in diesen Temperaturen.					
0° R.	1,083464	1,084511	1,085557	1,086603	1,087649	1,088695
1	1,083157	1,084199	1,085242	1,086284	1,087327	1,088369
2	1,082841	1,083880	1,084919	1,085958	1,086997	1,088036
3	1,082517	1,083553	1,084588	1,085624	1,086660	1,087696
4	1,082185	1,083217	1,084250	1,085282	1,086315	1,087347
5	1,081845	1,082874	1,083903	1,084932	1,085962	1,086991
6	1,081496	1,082523	1,083548	1,084575	1,085601	1,086627
7	1,081140	1,082163	1,083186	1,084209	1,085232	1,086255
8	1,080776	1,081795	1,082816	1,083835	1,084855	1,085876
9	1,080405	1,081421	1,082437	1,083454	1,084471	1,085488
10	1,080023	1,081037	1,082051	1,083065	1,084079	1,085093
11	1,079630	1,080646	1,081657	1,082668	1,083678	1,084690
12	1,079238	1,080246	1,081255	1,082262	1,083271	1,084279
13	1,078833	1,079839	1,080844	1,081850	1,082855	1,083860
14	1,078420	1,079425	1,080426	1,081428	1,082431	1,083430
15	1,078	1,079	1,080	1,081	1,082	1,083
16	1,077571	1,078568	1,079566	1,080565	1,081560	1,082560
17	1,077134	1,078129	1,079124	1,080118	1,081114	1,082108
18	1,076689	1,077681	1,078674	1,079666	1,080659	1,081650
19	1,076236	1,077226	1,078216	1,079205	1,080196	1,081185
20	1,075770	1,076762	1,077750	1,078737	1,079725	1,080712
25	1,073348	1,074320	1,075301	1,076277	1,077254	1,078230
30	1,070729	1,071696	1,072663	0,073630	1,074597	1,075563
35	1,067889	1,068848	1,069807	1,070765	1,071724	1,072682
40	1,064858	1,065809	1,066761	1,067713	1,068664	1,069616
45	1,061625	1,062570	1,063517	1,064463	1,065409	1,066356
50	1,058189	1,059131	1,060074	1,061016	1,061958	1,062901
55	1,054552	1,055492	1,056432	1,057371	1,058311	1,059252
60	1,050713	1,051652	1,052591	1,053529	1,054468	1,055406
65	1,046670	1,047612	1,048550	1,049490	1,050429	1,051368
70	1,042431	1,043372	1,044312	1,045253	1,046193	1,047134
75	1,037987	1,038931	1,039875	1,040818	1,041763	1,042706
80	1,033342	1,034290	1,035238	1,036187	1,037135	1,038083
Dieser Salzsoole Gehalt Gr.	8,2991	8,1849	8,0735	7,9648	7,8588	7,7555
Dieser Salzsoole Gehalt Pr.	10,7537	10,8874	11,0211	11,1547	11,2882	11,4216
Dieser Salzsoole Gefr. Pnct.	— 6,38	— 6,46	— 6,54	— 6,62	— 6,7	— 6,79
Dieser Salzsoole Siede-Pnct.	82,62	82,66	82,69	82,73	82,76	82,79

Tempe-ratur.	Specifische Schweren der Salzsoolen von gegebnem Gehalte, in diesen Temperaturen.					
0° R.	1,039532	1,040578	1,041624	1,042670	1,043716	1,044762
1	1,039369	1,040412	1,041454	1,042497	1,043539	1,044582
2	1,039197	1,040236	1,041275	1,042314	1,043350	1,044392
3	1,039013	1,040049	1,041085	1,042121	1,043156	1,044192
4	1,038820	1,039850	1,040885	1,041918	1,042950	1,043982
5	1,038616	1,039645	1,040674	1,041703	1,042730	1,043762
6	1,038401	1,039427	1,040453	1,041479	1,042505	1,043531
7	1.038176	1,039199	1,040222	1,041245	1,042268	1,043291
8	1,037941	1,038961	1,039981	1,041000	1,042020	1,043040
9	1,037695	1,038712	1,039728	1,040745	1,041762	1,042779
10	1,037438	1,038452	1,039466	1,040480	1,041494	1,042508
11	1,037172	1,038183	1,039193	1,040205	1,041216	1,042227
12	1,036894	1,037902	1,038911	1,039919	1,040927	1,041936
13	1,036607	1,037612	1,038617	1,039623	1,040628	1,041634
14	1,036308	1,037311	1,038314	1,039318	1,040319	1,041322
15	1,036	1,037	1,038	1,039	1,040	1,041
16	1,035681	1,036678	1,037675	1,038673	1,039670	1,040668
17	1,035351	1,036346	1,037341	1,038336	1,039330	1,040325
18	1,035011	1,036003	1,036996	1,037988	1,038980	1,039973
19	1,034661	1,035657	1,036641	1,037630	1,038620	1,039610
20	1,034300	1,035287	1,036275	1,037262	1,038250	1,039237
25	1,032338	1,033315	1,034291	1,035268	1,036244	1,037220
30	1,030116	1,031083	1,032049	1,033016	1,033983	1,034949
35	1,027632	1,028590	1,029549	1,030508	1,031466	1,032424
40	1,024886	1,025838	1,026789	1,027742	1,028693	1,029645
45	1,021879	1,022826	1,023773	1,024719	1,025664	1,026611
50	1,018611	1,019553	1,020496	1,021438	1,022380	1,023323
55	1,015082	1,016022	1,016961	1,017901	1,018841	1,019781
60	1,011291	1,012229	1,013168	1,014107	1,015045	1,015984
65	1,007238	1,008177	1,009117	1,010055	1,010994	1,011933
70	1,002925	1,003865	1,004806	1,005747	1,006687	1,007628
75	0.998350	0,999293	1,000238	1,001185	1.002125	1,003068
80	0,993514	0,994462	0,995410	0,996358	0.997307	0,998250
Dieser Salzsoole Gehalt Gr.	18,8221	18,2941	17,7939	17,3194	16,8685	16,4396
Dieser Salzsoole Gehalt Pr.	5,0449	5,1829	5,3209	5,4587	5,5964	5,734
Dieser Salzsoole Gefr. Pnct.	— 2,94	— 3,02	— 3,11	— 3,19	— 3,27	— 3,35
Dieser Salzsoole Siede-Pnct.	81,21	81,24	81,28	81,31	81,34	81,38

Temperatur.	Specifische Schweren der Salzsoolen von gegebnem Gehalte, in diesen Temperaturen.					
0° R.	1,096017	1,097064	1,098109	1,099155	1,100201	1,101247
1	1,095667	1,096710	1,097752	1,098795	1,099838	1,100880
2	1,095311	1,096350	1,097389	1,098428	1,099467	1,100506
3	1,094946	1,095982	1,097018	1,098054	1,099099	1,100125
4	1,094575	1,095607	1,096640	1,097670	1,098705	1,099737
5	1,094196	1,095225	1,096254	1,097283	1,098313	1,099342
6	1,093809	1,094835	1,095860	1,096888	1,097914	1,098940
7	1,093416	1,094429	1,095461	1,096484	1,097507	1,098530
8	1,093010	1,094030	1,095050	1,096070	1,097090	1,098114
9	1,092606	1,093620	1,094640	1,095650	1,096670	1,097690
10	1,092190	1,093204	1,094218	1,095230	1,096240	1,097260
11	1,091767	1,092770	1,093789	1,094800	1,095810	1,096820
12	1,091330	1,092340	1,093350	1,094360	1,095370	1,096377
13	1,090898	1,091900	1,092909	1,093910	1,094920	1,095920
14	1,090450	1,091450	1,092460	1,093460	1,094460	1,095460
15	1,090	1,091	1,092	1,093	1,094	1,095
16	1,089540	1,090530	1,091530	1,092530	1,093530	1,094520
17	1,089070	1,090060	1,091060	1,092050	1,093050	1,094040
18	1,088590	1,089590	1,090580	1,091570	1,092560	1,093560
19	1,088114	1,089104	1,090090	1,091080	1,092070	1,093060
20	1,087620	1,088610	1,089600	1,090580	1,091570	1,092560
25	1,085060	1,086040	1,087020	1,087990	1,088970	1,089940
30	1,082320	1,083280	1,084250	1,085220	1,086190	1,087150
35	1,079390	1,080350	1,081310	1,082260	1,083220	1,084180
40	1,076280	1,077230	1,078180	1,079130	1,080080	1,081030
45	1,072980	1,073920	1,074870	1,075820	1,076760	1,077710
50	1,069497	1,070459	1,071382	1,072320	1,073260	1,074210
55	1,065830	1,066770	1,067710	1,068650	1,069590	1,070528
60	1,061970	1,062910	1,063850	1,064790	1,065730	1,066670
65	1,057940	1,058879	1,059820	1,060750	1,061690	1,062630
70	1,053720	1,054660	1,055600	1,056540	1,057480	1,058420
75	1,049310	1,050250	1,051200	1,052140	1,053080	1,054030
80	1,048721	1,045670	1,046618	1,047560	1,048510	1,049460
Dieser Salzsoole Gehalt Gr.	7,0954	7,0094	6,9253	6,8429	6,7624	6,6835
Dieser Salzsoole Gehalt Pr.	12,3526	12,4853	12,6178	12,7503	12,8826	13,0149
Dieser Salzsoole Gefr. Punct.	— 7,36	— 7,44	— 7,52	— 7,6	— 7,69	— 7,77
Dieser Salzsoole Siede-Punct.	83,03	83,06	83,1	83,13	83,16	83,20

Temperatur.	Specifische Schweren der Salzsoole von gegebnem Gehalte, in diesen Temperaturen.					
0° R.	1,102293	1,103339	1,104385	1,105431	1,106477	1,107523
1	1,101923	1,102966	1,104008	1,105050	1,106093	1,107136
2	1,101545	1,102585	1,103624	1,104663	1,105702	1,106741
3	1,101163	1,102197	1,103233	1,104268	1,105304	1,106345
4	1,100770	1,101802	1,102835	1,103867	1,104900	1,105392
5	1,100371	1,101401	1,102430	1,103459	1,104488	1,105518
6	1,099966	1,100992	1,102018	1,103044	1,104070	1,105096
7	1,099554	1,100576	1,101600	1,102622	1,103645	1,104668
8	1,099130	1,100150	1,101174	1,102193	1,103210	1,104230
9	1,098707	1,099724	1,100740	1,101760	1,102775	1,103792
10	1,098270	1,099280	1,100301	1,101310	1,102330	1,103340
11	1,097833	1,098840	1,099850	1,100860	1,101870	1,102888
12	1,097380	1,098390	1,099402	1,100410	1,101418	1,102420
13	1,096930	1,097930	1.098940	1,099940	1,100950	1,101950
14	1,096470	1,097470	1,098470	1,099470	1,100480	1,101480
15	1,096	1,097	1,098	1,099	1,100	1,101
16	1,095520	1,096520	1,097520	1,098510	1,099510	1,100510
17	1,095040	1,096030	1,097030	1,098020	1,099020	1,100010
18	1,094550	1,095540	1,096530	1,097530	1,098520	1,099510
19	1,094050	1,095040	1,096030	1,097020	1,098010	1,099003
20	1,093550	1,094530	1,095520	1,096510	1,097500	1,098480
25	1,090920	1,091900	1,092870	1,093850	1,094830	1,095800
30	1,088120	1,089080	1,090050	1,091020	1,091990	1,092950
35	1,085140	1,086101	1,087060	1,088020	1,088970	1,089930
40	1,081990	1,082940	1,083890	1,084840	1,085790	1,086740
45	1,078650	1,079604	1,080550	1,081490	1,082440	1,083390
50	1,075150	1,076090	1,077030	1,077980	1,078920	1,079860
55	1,071468	1,072408	1,073340	1,074280	1,075220	1,076167
60	1,067610	1'068540	1,069480	1,070420	1,071360	1,072300
65	1,063570	1,064510	1,065450	1,066390	1,067330	1,068270
70	1,059360	1,060303	1,061243	1,062184	1,063120	1,064060
75	1,054970	1,055918	1,056862	1,057806	1,058750	1,059693
80	1,050410	1,051360	1.052308	1,053250	1,054204	1,055150
Dieser Salzsoole Gehalt Gr.	6,6062	6,5305	6,4564	6,3838	6,3126	6,2429
Dieser Salzsoole Gehalt Pr.	13,1471	13,2793	13,4113	13,5432	13,675	13,8066
Dieser Salzsoole Gefr. Punct.	—7,85	—7,93	—8,01	—8,1	—8,18	—8,26
Dieser Salzsoole Siede. Punct.	83,23	83,26	83,30	83,33	83,37	83,40

Temperatur.	Specifische Schweren der Salzfoole von gegebnem Gehalte, in diesen Temperaturen.					
0 R.	1,108569	1,109615	1,110661	1,111707	1,112754	1,113799
1	1,108178	1,109221	1,110264	1,111306	1,112349	1,113392
2	1,107780	1,108819	1,109859	1,110898	1,111938	1,112976
3	1,107376	1,108412	1,109447	1,110483	1,111519	1,112555
4	1,106965	1,107997	1,109030	1,110062	1,111095	1,112128
5	1,106547	1,107576	1,108605	1,109635	1,110664	1,111693
6	1,106122	1,107148	1,108174	1,109200	1,110227	1,111253
7	1,105691	1,106714	1,107737	1,108760	1,109783	1,110806
8	1,105253	1,106270	1,107290	1,108310	1,109330	1,110353
9	1,104808	1,105825	1,106840	1,107859	1,108870	1,109890
10	1,104356	1,105370	1,106380	1,107399	1,108410	1,109420
11	1,103899	1,104910	1,105920	1,106930	1,107940	1,108950
12	1,103430	1,104440	1,105450	1,106460	1,107460	1,108470
13	1,102960	1,103970	1,104970	1,105980	1,106980	1,107990
14	1,102480	1,103480	1,104490	1,105490	1,106490	1,107500
15	1,102	1,103	1,104	1,105	1,106	1,107
16	1,101510	1,102505	1,103503	1,104500	1,105490	1,106490
17	1,101010	1,102005	1,102999	1,103990	1,104990	1,105980
18	1,100505	1,101490	1,102490	1,103480	1,104470	1,105460
19	1,099990	1,100980	1,101970	1,102960	1,103950	1,104940
20	1,099470	1,100460	1,101450	1,102430	1,103420	1,104410
25	1,096780	1,097760	1,098730	1,099710	1,100680	1,101660
30	1,093920	1,094890	1,095850	1,096820	1,097790	1,098750
35	1,090890	1,091850	1,092810	1,093760	1,094730	1,095680
40	1,087699	1,088650	1,089602	1,090554	1,091505	1,092450
45	1,084330	1,085280	1,086230	1,087170	1,088121	1,089067
50	1,080805	1,081740	1,082690	1,083630	1,084570	1,085510
55	1,077107	1,078046	1,078980	1,079926	1,080860	1,081805
60	1,073240	1,074180	1,075118	1,076050	1,076990	1,077934
65	1,069207	1,070140	1,071080	1,072020	1,072960	1,073901
70	1,065006	1,065940	1,066887	1,067830	1,068770	1,069710
75	1,060630	1,061580	1,062520	1,063470	1,064410	1,065350
80	1,056101	1,057049	1,057990	1,058940	1,059890	1,060840
Dieser Salzfoole Gehalt Gr	6,1745	6,1074	6,0416	5,9771	5,9138	5,8516
Dieser Salzfoole Gehalt Pr.	13,9382	14,0698	14,2013	14,3326	14,4638	14,5951
Dieser Salzfoole Gefr. Punct.	— 8,34	— 8,42	— 8,5	— 8,59	— 8,67	— 8,75
Dieser Salzfoole Siede-Punct.	83,13	83,47	83,50	83,53	83,57	83,60

Temperatur.	Specifische Schweren der Salzsoolen von gegebnem Gehalte, in diesen Temperaturen.					
0° R.	1,114846	1,115892	1,116937	1,117980	1,119030	1,120070
1	1,114433	1,115477	1,116520	1,117560	1,118603	1,119640
2	1,114015	1,115054	1,116090	1,117133	1,118170	1,119211
3	1,113591	1,114626	1,115660	1,116980	1,117730	1,118770
4	1,113160	1,114193	1,115220	1,116250	1,117290	1,118320
5	1,112722	1,113752	1,114780	1,115810	1,116840	1,117870
6	1,112279	1,113305	1,114331	1,115350	1,116383	1,117410
7	1,111829	1,112852	1,113875	1,114898	1,115920	1,116944
8	1,111370	1,112392	1,113410	1,114432	1,115450	1,116470
9	1,110910	1,111927	1,112943	1,113960	1,114977	1,115994
10	1,110440	1,111454	1,112470	1,113480	1,114490	1,115510
11	1,109960	1,110976	1,111987	1,112998	1,114009	1,115020
12	1,109480	1,110492	1,111500	1,112508	1,113516	1,114520
13	1,108990	1,110000	1,111006	1,112010	1,113010	1,114020
14	1,108500	1,109503	1,110506	1,111509	1,112511	1,113510
15	1,108	1,109	1,110	1,111	1,112	1,113
16	1,107490	1,108490	1,109487	1,110485	1,111482	1,112480
17	1,106980	1,107970	1,108970	1,109960	1,110960	1,111950
18	1,106460	1,107450	1,108440	1,109436	1,110428	1,111420
19	1,105930	1,106920	1,107912	1,108902	1,109890	1,110880
20	1,105400	1,106387	1,107370	1,108362	1,109350	1,110337
25	1,102640	1,103617	1,104593	1.105570	1,106546	1,107523
30	1,109972	1,100689	1,101656	1,102623	1,103589	1,104556
35	1,096640	1,097604	1,098562	1,099521	1,100479	1,101438
40	1,093410	1,094360	1,095312	1,096260	1,097210	1,098167
45	1,090013	1,090959	1,091906	1,092850	1,093798	1,094745
50	1,086460	1,087401	1,088343	1,089280	1,090230	1,091170
55	1,082740	1,083685	1,084620	1,085560	1,086500	1,087444
60	1,078870	1,079811	1,080750	1,081690	1.082620	1,083566
65	1,074840	1,075779	1,076718	1,077657	1,078596	1,079530
70	1,070650	1,071590	1,072531	1,073472	1,074412	1,075353
75	1,066300	1,067243	1,068180	1,069131	1,070075	1,071018
80	1,061790	1,062739	1,063687	1,064635	1,065584	1,066532
Dieser Salzsoole Gehalt Gr.	5,7907	5,7308	5,6719	5,6141	5,5575	5,5018
Dieser Salzsoole Gehalt Pr.	14,7263	14,8573	14,9882	15,1189	15,2497	15,3803
Dieser Salzsoole Gefr. Pnct.	— 8,83	— 8,91	— 9	— 9,08	— 9,16	— 9,24
Dieser Salzsoole Siede-Pnct.	83,63	83,67	83,70	83,74	83,77	83,80

Temperatur.	Specifische Schweren der Salzsoolen von gegebnem Gehalte, in diesen Temperaturen.					
0° R.	1,121120	1,122160	1,123210	1,124260	1,125300	1,126350
1	1,120690	1,121730	1,122770	1,123810	1,124860	1,125901
2	1,120250	1,121290	1,122330	1,123360	1,124406	1,125440
3	1,119800	1,120840	1,121870	1,122910	1,123950	1,124980
4	1,119350	1,120380	1,121420	1,122450	1,123480	1,124510
5	1,118898	1,119920	1,120950	1,121986	1,123010	1,124040
6	1,118430	1,119460	1,120480	1,121510	1,122540	1,123560
7	1,117966	1,118989	1,120010	1,121030	1,122060	1,123080
8	1,117490	1,118512	1,119531	1,120550	1,121570	1,122590
9	1,117010	1,118030	1,119045	1,120062	1,121078	1,122095
10	1,116520	1,117538	1,118550	1,119560	1,120580	1,121594
11	1,116030	1,117040	1,118050	1,119060	1,120070	1,121080
12	1,115532	1,116540	1,117550	1,118557	1,119565	1,120570
13	1,115020	1,116030	1,117038	1,118040	1,119050	1,120050
14	1,114510	1,115520	1,116522	1,117525	1,118527	1,119530
15	1,114	1,115	1,116	1,117	1,118	1,119
16	1,113470	1,114470	1,115471	1,116470	1,117460	1,118460
17	1,112948	1,113943	1,114930	1,115930	1,116927	1,117922
18	1,112413	1,113405	1,114390	1,115390	1,116382	1,117374
19	1,111872	1,112862	1,113850	1,114840	1,115831	1,116821
20	1,111325	1,112312	1,113300	1,114287	1,115275	1,116260
25	1,108499	1,109476	1,110452	1,111428	1,112405	1,113381
30	1,105523	1,106490	1,107450	1,108423	1,109390	1,110357
35	1,102396	1,103355	1,104313	1,105272	1,106231	1,107189
40	1,099119	1,100071	1,101022	1,101974	1,102926	1,103877
45	1,095690	1,096630	1,097580	1,098530	1,099476	1,100423
50	1,092110	1,093050	1,093990	1,094940	1,095882	1,096820
55	1,088380	1,089324	1,090260	1,091203	1,092143	1,093083
60	1,084504	1,085443	1,086380	1,087320	1,088259	1,089190
65	1,080474	1,081413	1,082350	1,083290	1,084230	1,085170
70	1,076293	1,077234	1,078175	1,079115	1,080056	1,080997
75	1,071962	1,072906	1,073850	1,074790	1,075737	1,076681
80	1,067480	1,068429	1,069377	1,070320	1,071274	1,072222
Dieser Salzsoole Gehalt Gr.	5,4471	5,3933	5,3404	5,2885	5,2374	5,1872
Dieser Salzsoole Gehalt Pr.	15,5108	15,6413	15,7717	15,9019	16,0323	16,1624
Dieser Salzsoole Gefr. Pnct.	− 9,32	− 9,40	− 9,49	− 9,57	− 9,65	− 9,73
Dieser Salzsoole Siede-Pnct.	83,84	83,87	83,90	83,94	83,97	84,01

Temperatur.	Specifische Scweren der Salzsoolen von gegebnem Gehalte, in diesen Temperaturen.					
0° R.	1.127390	1,128440	1,129490	1,130530	1,131580	1,132620
1	1,126940	1,127980	1,129030	1,130070	1,131110	1,132150
2	1,126480	1,127520	1,128560	1,129602	1,130640	1,131680
3	1,126020	1,127036	1,128090	1,129120	1,130160	1,131199
4	1,125550	1,126580	1,127610	1,128640	1,129680	1,130710
5	1,125070	1,126100	1,127130	1,128160	1,129190	1,130220
6	1,124590	1,125620	1,126644	1,127670	1,128690	1,129720
7	1,124104	1,125120	1,126150	1,127170	1,128196	1,129220
8	1,123611	1,124630	1,125651	1,126671	1,127690	1,128710
9	1,123112	1,124129	1,125140	1,126160	1,127180	1,128190
10	1,122600	1,123620	1,124630	1,125650	1,126663	1,127670
11	1,122090	1,123108	1,124120	1,125130	1,126140	1,127150
12	1,121580	1,122590	1,123598	1,124606	1,125614	1,126620
13	1.121060	1,122060	1,123070	1,124070	1,125080	1,126080
14	1,120530	1,121530	1,122540	1,123540	1,124540	1,125540
15	1,120	1,121	1,122	1,123	1,124	1,125
16	1,119460	1,120460	1,121450	1,122450	1,123450	1,124448
17	1,118917	1,119910	1,120906	1,121901	1,122896	1,123890
18	1,118367	1,119360	1,120350	1,121344	1,122330	1,123328
19	1,117811	1,118801	1,119790	1,120780	1,121771	1,122760
20	1,117250	1,118237	1,119225	1,120210	1,121200	1,122187
25	1,114350	1,115334	1,116310	1,117280	1,118263	1,119240
30	1,111324	1,112290	1,113257	1,114224	1,115191	1,116157
35	1,108147	1,109106	1,110064	1,111023	1,111982	1,112940
40	1,104829	1,105781	1,106733	1,107684	1,108636	1,109588
45	1,101369	1,102315	1,103260	1,104205	1,105154	1,106100
50	1,097760	1,098710	1,099650	1,100590	1,101536	1,102480
55	1,094020	1,094960	1,095900	1,096840	1,097780	1,098721
60	1,090130	1,091075	1,092013	1,092950	1,093890	1,094829
65	1,086108	1,087047	1,087986	1,088924	1,089863	1,090800
70	1,081937	1,082878	1,083818	1,084759	1,085700	1,086640
75	1,077620	1,078570	1,079512	1,080456	1,081400	1,082340
80	1,073170	1,074118	1,075060	1,076015	1,076960	1,077912
Dieser Salzsoole Gehalt Gr.	5,1378	5,0892	5,0414	4,9944	4,9482	4,9027
Dieser Salzsoole Gehalt Pr.	16,2925	16,4225	16,5524	16,6822	16,8118	16,9414
Dieser Salzsoole Gefr. Pnct.	— 9,81	— 9,89	— 9,98	— 10,06	— 10,14	— 10,22
Dieser Salzsoole Siede-Pnct.	84,04	84,07	84,10	84,14	84,17	84,21

Temperatur.	Specifische Schweren der Salzsoolen von gegebnem Gehalte, in diesen Temperaturen.					
0 R.	1,133670	1,134720	1,135760	1,136810	1,137858	1,138904
1	1,133199	1,134240	1,135280	1,136320	1,137370	1,138412
2	1,132720	1,133760	1,134790	1,135837	1,136876	1,137916
3	1,132230	1,133270	1,134300	1,135342	1,136378	1,137414
4	1,131740	1,132770	1,133810	1,134842	1,135875	1,136907
5	1,131249	1,132278	1,103308	1,134330	1,135566	1,136395
6	1,130740	1,131770	1,132800	1,133826	1,134853	1,135879
7	1,130240	1,131265	1,132290	1,133311	1,134334	1,135357
8	1,129730	1,130750	1,131770	1,132790	1,133810	1,134830
9	1,129210	1,130230	1,131240	1,132264	1,133280	1,134298
10	1,128690	1,129705	1,130720	1,131730	1,132747	1,133761
11	1,128162	1,129175	1,130180	1,131197	1,132208	1,133219
12	1,127630	1,128640	1,129640	1,130655	1,131663	1,132672
13	1,127090	1,128100	1,129103	1,130108	1,131114	1,132119
14	1,126549	1,127550	1,128550	1,129557	1,130559	1,131562
15	1,126	1,127	1,128	1,129	1,130	1,131
16	1,125445	1,126440	1,127440	1,128437	1,129435	1,130452
17	1.124886	1,125880	1,126875	1,127870	1,128865	1,129860
18	1,124321	1,125310	1,126300	1,127298	1,128290	1,129280
19	1,123750	1,124740	1,125730	1,126720	1,127710	1,128700
20	1,123170	1,124160	1,125150	1,126137	1,127120	1,128112
25	1,120216	1,121193	1,122169	1,123145	1,124122	1,125098
30	1,117124	1,118091	1,119058	1,120024	1,120991	1,121958
35	1,113899	1,114857	1,115816	1,116774	1,117733	1,118691
40	1,110339	1,111491	1,112445	1,113394	1,114346	1,115298
45	1,107047	1,107993	1,108939	1,109886	1,110832	1,111778
50	1,103421	1,104360	1,105305	1,106248	1,107190	1,108132
55	1,099661	1,100601	1,101541	1,102480	1,103420	1,104360
60	1,095770	1,096700	1,097645	1,098584	1,099522	1,100461
65	1,091741	1,092680	1,093619	1,094558	1,095490	1,096436
70	1,087580	1,088520	1,089460	1,090403	1,091343	1,092284
75	1,083280	1,084230	1,085175	1,086118	1,087062	1,088006
80	1,078860	1,079808	1,080756	1,081705	1,082655	1,083601
Dieser Salzsoole Gehalt Gr.	4,8579	4,8138	4,7704	4,7277	4,6856	4,6442
Dieser Salzsoole Gehalt Pr.	17,0709	17,2004	17,3298	17,459	17,5882	17,7175
Dieser Salzsoole Gefr. Pnct.	— 10,30	— 10,38	— 10,47	— 10,55	— 10,63	— 10,71
Dieser Salzsoole Siede-[illegible]	84,24	84,27	84,31	84,34	84,38	84,41

Temperatur.	Specifische Schweren der Salzsoole von gegebnem Gehalte, in diesen Temperaturen.					
0° R.	1,139950	1,140996	1,142040	1,143088	1,144134	1,145180
1	1,139455	1,140497	1,141540	1,142582	1,143625	1,144668
2	1,138955	1,139994	1,141033	1,142070	1,143111	1,144150
3	1,138449	1,139485	1,140521	1,141556	1,142593	1,143629
4	1,137940	1,138972	1,140000	1,141030	1,142070	1,143100
5	1,137425	1,138454	1,139480	1,140512	1,141542	1,142571
6	1,136905	1,137931	1,138957	1,139983	1,141009	1,142035
7	1,136379	1,137403	1,138426	1,139448	1,140471	1,141494
8	1,135849	1,136870	1,137889	1,138909	1,139929	1,140949
9	1,135315	1,136330	1,137350	1,138365	1,139380	1,140399
10	1,134775	1,135788	1,136802	1,137816	1,138830	1,139844
11	1,134230	1,135241	1,136252	1,137263	1,138274	1,139285
12	1,133680	1,134688	1,135696	1,136703	1,137712	1,138721
13	1,133125	1,134130	1,135136	1,136141	1,137146	1,138153
14	1,132565	1,133567	1,134570	1,135573	1,136575	1,137578
15	1,132	1,133	1,134	1,135	1,136	1,137
16	1,131429	1,132427	1,133424	1,134422	1,135419	1,136417
17	1,130855	1,131850	1,132844	1,133839	1,134834	1,135830
18	1,130275	1,131267	1,132259	1,133252	1,134244	1,135236
19	1,129689	1,130679	1,131669	1,132659	1,133649	1,134639
20	1,129100	1,130087	1,131075	1,132060	1,133050	1,134037
25	1,126075	1,127051	1,128027	1,129004	1,129980	1,130957
30	1,122925	1,123891	1,124858	1,125825	1,126792	1,127758
35	1,119650	1,120608	1,121567	1,122525	1,123484	1,124442
40	1,116249	1,117201	1,118153	1,119105	1,120056	1,121008
45	1,112725	1,113671	1,114617	1,115564	1,116510	1,117456
50	1,109075	1,110017	1,110959	1,111902	1,112844	1,113786
55	1,105300	1,106240	1,107179	1,108119	1,109059	1,109999
60	1,101399	1,102338	1,103277	1,104216	1,105154	1,106093
65	1,097370	1.098314	1,099252	1,100192	1,101130	1,102069
70	1,093225	1,094165	1,095106	1,096046	1,096987	1,097928
75	1,088950	1,089893	1,090837	1,091781	1,092720	1,093668
80	1,084549	1,085498	1,086446	1,087395	1,088343	1,089290
Dieser Salzsoole Gehalt Gr.	4,6034	4,5632	4,5236	4,4848	4,4461	4,4082
Dieser Salzsoole Gehalt Pr.	17,8464	17,9753	18,1041	18,2329	18,3617	18,4904
Dieser Salzsoole Gefr. Pnct.	— 10,79	— 10,88	— 10,96	— 11,04	— 11,12	— 11,20
Dieser Salzsoole Siede-Pnct.	84,44	84,48	84,51	84,54	84,58	84,61

Temperatur.	Specifische Schweren der Salzsoolen von gegebnem Gehalte, in diesen Temperaturen.					
0° R.	1,146226	1,147272	1,148318	1,149364	1,150410	1,151456
1	1,145710	1,146755	1,147795	1,148380	1,149880	1,150920
2	1,145190	1,146229	1,147270	1,148307	1,149340	1,150385
3	1,144664	1,145700	1,146736	1,147772	1,148808	1,149843
4	1,144130	1,145160	1,146200	1,147230	1,148260	1,149290
5	1,143600	1,144629	1,145659	1,146688	1,147717	1,148747
6	1,143060	1,144087	1,145113	1,146139	1,147166	1,148192
7	1,142517	1,143540	1,144560	1,145586	1,146609	1,147632
8	1,141969	1,142989	1,144009	1,145029	1,146049	1,147068
9	1,141416	1,142435	1,143450	1,144467	1,145480	1,146500
10	1,140858	1,141872	1,142886	4,143900	1,144910	1,145928
11	1.140296	1,141307	1,142318	1,143329	1,144340	1,145351
12	1,139730	1,140737	1,141745	1,142753	1,143760	1,144770
13	1,139157	1,140163	1,141168	1,142173	1,143179	1,144184
14	1,138580	1,139583	1,140586	1,141589	1,142591	1,143594
15	1,138	1,139	1,140	1,141	1,142	1,143
16	1,137414	1,138411	1,139409	1,140406	1,141404	1,142401
17	1,136824	1,137820	1,138815	1,139808	1,140803	1,141798
18	1,136229	1,137221	1,138213	1,139206	1,140198	1,141190
19	1,135629	1,136619	1,137609	1,138599	1,139589	1,140578
20	1,135025	1,136012	1,137000	1,137987	1,138975	1,139960
25	1,131933	1,132910	1,133880	1,134862	1,135839	1,136815
30	1,128725	1,129692	1,130660	1,131626	1,132600	1,133560
35	1,125401	1,126359	1,127318	1,128276	1,129235	1,130192
40	1,121960	1,122912	1,123865	1,124815	1,125767	1,126718
45	1,118403	1,119349	1,120295	1,121241	1,122188	1,123134
50	1,114729	1,115670	1,116613	1,117556	1,118498	1,119440
55	1,110938	1,111878	1,112818	1,113758	1,114697	1,115637
60	1,107031	1,107970	1,108909	1,109847	1,110786	1,111725
65	1,103008	1,103947	1,104886	1,105825	1,106764	1,107700
70	1,098868	1,099809	1,100750	1,101691	1,102651	1,103572
75	1,094610	1,095556	1,096500	1,097443	1,098387	1,099331
80	1,090239	1,091188	1,092136	1,093084	1,094030	1,094981
Dieser Salzsoole Gehalt Gr.	4,371	4,3341	4,2978	4,262	4,227	4,192
Dieser Salzsoole Gehalt Pr.	18,6189	18,7473	18,8757	19,0041	19,1324	19,2604
Gefr. Pnct.	— 11,29	— 11,37	— 11,45	— 11,53	— 11,61	— 11,69
Siede-Pnct.	84,65	84,68	84,71	84,75	84,78	84,81

Temperatur.	Specifische Schweren der Salzsoole von gegebnem Gehalte, in diesen Temperaturen.					
0° R.	1,152502	1,153548	1,154594	1,155640	1,156686	1,157732
1	1,151965	1,153008	1,154051	1,155093	1,156136	1,157178
2	1,151425	1,152464	1,153603	1,154540	1,155581	1,156620
3	1,150879	1,151915	1,152951	1,153987	1,155022	1,156058
4	1,150330	1,151360	1,152390	1,153420	1,154460	1,155490
5	1,149776	1,150805	1,151834	1,152864	1,153893	1,154922
6	1,149218	1,150244	1,151270	1,152296	1,153322	1,154348
7	1,148655	1,149678	1,150701	1,151724	1,152747	1,153770
8	1,148090	1,149108	1,150128	1,151148	1,152168	1,153188
9	1,147517	1,148534	1,149551	1,150569	1,151585	1,152602
10	1,146942	1,147956	1,148969	1,149983	1,150997	1,152011
11	1,146362	1,147370	1,148384	1,149395	1,150406	1,151417
12	1,145778	1,146786	1,147794	1,148802	1,149811	1,150819
13	1,145190	1,146195	1,147200	1,148206	1,149211	1,150217
14	1,144598	1,145599	1,146602	1,147605	1,148607	1,149610
15	1,144	1,145	1,146	1,147	1,148	1,149
16	1,143398	1,144396	1,145393	1,146390	1,147388	1,148385
17	1,142790	1,143787	1,144782	1,145777	1,146772	1,147767
18	1,142183	1,143175	1,144167	1,145160	1,146150	1,147144
19	1,041568	1,142558	1,143548	1,144538	1,145528	1,146518
20	1,140950	1,141937	1,142920	1,143910	1,144900	1,145888
25	1,137792	1,138768	1,139745	1,140721	1,141697	1,142674
30	1,134526	1,135493	1,136459	1,137426	1,138393	1,139359
35	1,131152	1,132111	1,133069	1,134028	1,134986	1,135945
40	1,127670	1,128622	1,129573	1,130525	1,131477	1,132428
45	1,124081	1,125027	1,125973	1,126919	1,127868	1,128812
50	1,120383	1,121325	1,122267	1,123210	1,124152	1,125094
55	1,116577	1,117517	1,118457	1,119396	1,120336	1,121276
60	1,112663	1,113602	1,114541	1,115479	1,116418	1,117356
65	1,108642	1,109580	1,110520	1,111458	1,112390	1,113336
70	1,104512	1,105453	1,106393	1,107334	1,108275	1,109215
75	1,100275	1,101218	1,102162	1,103106	1,104050	1,104993
80	1,095929	1,096877	1,097826	1,098774	1,099722	1,100670
Dieser Salzsoole Gehalt Gr.	4,1578	4,1239	4,0906	4,0577	4,0252	3,9932
Dieser Salzsoole Gehalt Pr.	19,3884	19,5165	19,644	19,7718	19,8996	20,0274
Dieser Salzsoole Gefr. Pnct.	— 11,78	— 11,86	— 11,94	— 12,02	— 12,1	— 12,19
Dieser Salzsoole Siede-Pnct.	84,85	84,88	84,91	84,95	84,98	85,02

	Tempe-ratur.	Specifische Schweren der Salzsoolen von gegebnem Gehalte, in diesen Temperaturen.					
	0° R.	1,158774	1,159824	1,160870	1,161916	1,162962	1,164008
	1	1,158221	1,159260	1,160306	1,161348	1,162391	1,163434
	2	1,157659	1,158699	1,159738	1,160777	1,161816	1,162855
	3	1,157094	1,158130	1,159166	1,160201	1,161237	1,162273
	4	1,156525	1,157557	1,158590	1,159622	1,160655	1,161687
	5	1,155951	1,156981	1 158010	1,159039	1,160069	1,161098
	6	1,155374	1,156400	1,157426	1,158452	1,159479	1,160505
	7	1,154793	1,155816	1,156839	1,157862	1,158885	1,159908
	8	1,154208	1,155227	1,156247	1,157267	1,158287	1,159307
	9	1,153618	1,154635	1,155652	1,156669	1,157686	1,158703
	10	1,153025	1,154039	1,155053	1,156067	1,157081	1,158095
	11	1,152428	1,153439	1,154450	1,155461	1,156472	1,157483
	12	1,151828	1,152836	1,153843	1,154852	1,155860	1,156868
	13	1,151222	1,152227	1,153230	1,154238	1,155243	1,156249
	14	1,150613	1,151615	1,152618	1,153621	1,154623	1,155626
	15	1,150	1,151	1,152	1,153	1,154	1,155
	16	1,149383	1,150380	1,151377	1,152375	1,153372	1,154369
	17	1,148762	1,149757	1,150751	1,151746	1,152741	1,153736
	18	1,148137	1,149129	1,150121	1,151114	1,152106	1,153098
	19	1,147508	1,148497	1,149487	1,150477	1,151467	1,152457
	20	1,146875	1,147862	1,148850	1,149837	1,150825	1,151812
	25	1,143650	1,144627	1,145603	1,146579	1,147556	1,148532
	30	1,140326	1,141293	1,142260	1,143227	1,144193	1,145160
	35	1,136903	1,137862	1,138820	1,139779	1,140737	1,141696
	40	1,133380	1,134332	1,135284	1,136235	1,137187	1,138139
	45	1,129758	1,130705	1,131651	1,132597	1,133545	1,134490
	50	1,126037	1,126979	1,127921	1,128864	1,129806	1,130748
	55	1,122216	1,123155	1,124095	1,125035	1,125975	1,126915
	60	1,118295	1,119234	1,120172	1,121111	1,122049	1,122988
	65	1,114275	1,115214	1,116153	1,117092	1,118031	1,118970
	70	1,110156	1,111097	1,112037	1,112978	1,113918	1,114859
	75	1,105937	1,106881	1,107825	1,108768	1,109712	1,110656
	80	1,101619	1,102567	1,103516	1,104464	1,105412	1,106360
Dieser Salzsoole	Gehalt Gr.	3,9615	3,9303	3,8995	3,8692	3,8393	3,8097
	Gehalt Pr.	20,1552	20,2828	20,4102	20,5372	20,6642	20,7913
	Gefr. Pnct.	— 12,27	— 12,35	— 12,43	— 12,51	—12,59	— 12,68
	Siede-Pnct.	85,05	85,08	85,12	85,15	85,18	85,22

Temperatur.	Specifische Schweren der Salzsoole von gegebnem Gehalte, in diesen Temperaturen.					
0° R.	1,102293	1,103339	1,104385	1,105431	1,106477	1,107525
1	1,101923	1,102966	1,104008	1,105050	1,106093	1,107136
2	1,101545	1,102585	1,103624	1,104663	1,105702	1,106741
3	1,101163	1,102197	1,103233	1,104268	1,105304	1,106345
4	1,100770	1,101802	1,102835	1,103867	1,104900	1,105392
5	1,100371	1,101401	1,102430	1,103459	1,104488	1,105518
6	1,099966	1,100992	1,102018	1,103044	1,104070	1,105096
7	1,099554	1,100576	1,101600	1,102622	1,103645	1,104668
8	1,099130	1,100150	1,101174	1,102193	1,103210	1,104230
9	1,098707	1,099724	1,100740	1,101760	1,102775	1,103792
10	1,098270	1,099280	1,100301	1,101310	1,102330	1,103340
11	1,097833	1,098840	1,099850	1,100860	1,101870	1,102888
12	1,097380	1,098390	1,099402	1,100410	1,101418	1,102420
13	1,096930	1,097930	1.098940	1,099940	1,100950	1,101950
14	1,096470	1,097470	1,098470	1,099470	1,100480	1,101480
15	1,096	1,097	1,098	1,099	1,100	1,101
16	1,095520	1,096520	1,097520	1,098510	1,099510	1,100510
17	1,095040	1,096030	1,097030	1,098020	1,099020	1,100010
18	1,094550	1,095540	1,096530	1,097530	1,098520	1,099510
19	1,094050	1,095040	1,096030	1,097020	1,098010	1,099003
20	1,093550	1,094530	1,095520	1,096510	1,097500	1,098480
25	1,090920	1,091900	1,092870	1,093850	1,094830	1,095800
30	1,088120	1,089080	1,090050	1,091020	1,091990	1,092950
35	1,085140	1,086101	1,087060	1,088020	1,088970	1,089930
40	1,081990	1,082940	1,083890	1,084840	1,085790	1,086740
45	1,078650	1,079604	1,080550	1,081490	1,082440	1,083390
50	1,075150	1,076090	1,077030	1,077980	1,078920	1,079860
55	1,071468	1,072408	1,073340	1,074280	1,075220	1,076167
60	1,067610	1'068540	1,069480	1,070420	1,071360	1,072300
65	1,063570	1,064510	1,065450	1,066390	1.067330	1,068270
70	1,059360	1,060303	1,061243	1,062184	1,063120	1,064060
75	1,054970	1,055918	1,056862	1,057806	1,058750	1,059693
80	1,050410	1,051360	1.052308	1,053250	1,054204	1,055150
Dieser Salzsoole Gehalt Gr.	6,6062	6,5305	6,4564	6,3838	6,3126	6,2429
Dieser Salzsoole Gehalt Pr.	13,1471	13,2793	13,4113	13,5432	13,675	13,8066
Dieser Salzsoole Gefr. Pnct.	— 7,85	— 7,93	— 8,01	— 8,1	— 8,18	— 8,26
Dieser Salzsoole Siede. Pnct.	83,23	83,26	83,30	83,33	83,37	83,40

Temperatur.	Specifische Schweren der Salzsoole' von gegebnem Gehalte, in diesen Temperaturen.					
0° R.	1,171330	1,172376	1,173422	1,174468	1,175515	1,176561
1	1,170731	1,171774	1,172817	1,173859	1,174901	1,175944
2	1,170129	1,171168	1,172207	1,173246	1,174286	1,175325
3	1,169523	1,170559	1,171595	1,172631	1,173667	1,174702
4	1,168915	1,169947	1,170980	1,172010	1,173045	1,174077
5	1,168302	1,169330	1,170361	1,171390	1,172419	1,173449
6	1,167687	1,168713	1,169739	1,170765	1,171791	1,172818
7	1,167068	1,168091	1,169114	1,170137	1,171160	1,172183
8	1,166446	1,167466	1,168486	1,169506	1,170526	1,171546
9	1,165821	1,166838	1,167855	1,168872	1,169888	1,170905
10	1,165190	1,166206	1,167220	1,168234	1,169248	1,170262
11	1,164561	1,165571	1,166582	1,167593	1,168605	1,169616
12	1,163925	1,164933	1,165942	1,166950	1,167958	1,168966
13	1,163287	1,164290	1,165297	1,166303	1,167308	1,168314
14	1,162645	1,163647	1,164650	1,165653	1,166655	1,167658
15	1,162	1,163	1,164	1,165	1,166	1,167
16	1,161351	1,162349	1,163346	1,164343	1,165341	1,166338
17	1,160699	1,161395	1,162689	1,163684	1,164679	1,165674
18	1,160040	1,161037	1,162029	1,163022	1,164014	1,165006
19	1,159386	1,160376	1,161366	1,162356	1,163346	1,164336
20	1,158725	1,159712	1,160700	1,161687	1,162675	1,163662
25	1,155367	1,156344	1,157320	1,158297	1,159273	1,160249
30	1,151927	1,152894	1,153861	1,154828	1,155795	1,156761
35	1,148405	1,149364	1,150322	1,151281	1,152239	1,153198
40	1,144801	1,145752	1,146704	1,147656	1,148608	1,149559
45	1,141114	1,142060	1,143007	1,143953	1,144899	1,145845
50	1,137345	1,138287	1,139229	1,140172	1,141114	1,142056
55	1,133493	1,134433	1,135372	1,136312	1,137252	1,138192
60	1,129559	1,130497	1,131436	1,132375	1,133313	1,134252
65	1,125542	1,126481	1,127420	1,128360	1,129298	1,130231
70	1,121443	1,122384	1,123325	1,124265	1,125206	1,126147
75	1,117262	1,118206	1,119150	1,120093	1,121037	1,121981
80	1,112998	1,113947	1,114895	1,115840	1,116792	1,117740
Dieser Salzsoole Gehalt Gr.	3,6126	3,5858	3,5594	3,5333	3,5075	3,4819
Dieser Salzsoole Gehalt Pr.	21,6797	21,8064	21,9327	22,0589	22,1852	22,3119
Gefr. Pnct.	—13,25	— 13,33	— 13,41	— 13,49	— 13,57	— 13,66
Siede-Pnct.	84,45	85,49	85,52	85,55	85,59	85,62

Temperatur.	Specifische Schweren der Salzsoole von gegebnem Gehalte, in diesen Temperaturen.					
0° R.	1,177607	1,178650	1,179699	1,180745	1,181791	1,182837
1	1,176987	1,178029	1,179072	1,180114	1,181157	1,182199
2	1,176364	1,177403	1,178442	1,179482	1,180521	1,181560
3	1,175738	1,176774	1,177810	1,178846	1,179881	1,180917
4	1,175110	1,176142	1,177175	1,178207	1,179240	1,180272
5	1,174478	1,175507	1,176537	1,177566	1,178595	1,179624
6	1,173884	1,174870	1,175896	1,176922	1,177948	1,178974
7	1,173206	1,174229	1,175252	1,176275	1,177298	1,178321
8	1,172566	1,173585	1,174605	1,175625	1,176645	1,177665
9	1,171922	1,172939	1,173956	1,174973	1,175990	1,177007
10	1,171276	1,172289	1,173304	1,174318	1,175331	1,176345
11	1,170627	1,171637	1,172650	1,173659	1,174671	1,175682
12	1,169974	1,170982	1,171991	1,172999	1,174007	1,175015
13	1,169319	1,170325	1,171330	1,172335	1,173341	1,174346
14	1,168661	1,169665	1,170666	1,171669	1,172671	1,173674
15	1,168	1,169	1,170	1,171	1,172	1,173
16	1,167336	1,168332	1,169330	1,170328	1,171325	1,172322
17	1,166669	1,167663	1,168658	1,169655	1,170648	1,171643
18	1,165999	1,166991	1,167985	1,168976	1,169968	1,170960
19	1,165326	1,166316	1,167305	1,168295	1,169285	1,170275
20	1,164650	1,165637	1,166620	1,167612	1,168600	1,169587
25	1,161226	1,162202	1,163179	1,164155	1,165131	1,166108
30	1,157728	1,158695	1,159662	1,160628	1,161595	1,162562
35	1,154157	1,155115	1,156074	1,157032	1,157991	1,158949
40	1,150511	1,151463	1,152414	1,153366	1,154318	1,155269
45	1,146792	1,147738	1,148684	1,149631	1,150577	1,151523
50	1,142999	1,143941	1,144883	1,145826	1,146768	1,147710
55	1,139132	1,140072	1,141011	1,141951	1,142891	1,143830
60	1,135191	1,136129	1,137068	1,138006	1,138945	1,139884
65	1,131176	1,132114	1,133054	1,133992	1,134931	1,135870
70	1,127087	1,128028	1,128968	1,129909	1,130850	1,131790
75	1,122925	1,123868	1,124812	1,125756	1,126700	1,127643
80	1,118688	1,119636	1,120585	1,121533	1,122481	1,123430
Dieser Salzsoole Gehalt Gr.	3,4568	3,4318	3,4072	3,3829	3,3589	3,3351
Dieser Salzsoole Gehalt Pr.	22,4376	22,5641	22,6901	22,8159	22,9415	23,0675
Dieser Salzsoole Gefr. Pnct.	— 13,74	— 13,82	— 13,9	— 13,98	— 14,07	— 14,15
Dieser Salzsoole Siede-Pnct.	85,66	85,69	85,72	85,76	85,79	85,82

Temperatur.	Specifische Schweren der Salzsoolen von gegebnem Gehalte, in diesen Temperaturen.					
0° R.	1,121120	1,122160	1,123210	1,124260	1,125300	1,126350
1	1,120690	1,121730	1,122770	1,123810	1,124860	1,125901
2	1,120250	1,121290	1,122330	1,123360	1,124406	1,125440
3	1,119800	1,120840	1,121870	1,122910	1,123950	1,124980
4	1,119350	1,120380	1,121420	1,122450	1,123480	1,124510
5	1,118898	1,119920	1,120950	1,121986	1,123010	1,124040
6	1,118430	1,119460	1,120480	1,121510	1,122540	1,123560
7	1,117966	1,118989	1,120010	1,121030	1,122060	1,123080
8	1,117490	1,118512	1,119531	1,120550	1,121570	1,122590
9	1,117010	1,118030	1,119045	1,120062	1,121078	1,122095
10	1,116520	1,117538	1,118550	1,119560	1,120580	1,121594
11	1,116030	1,117040	1,118050	1,119060	1,120070	1,121080
12	1,115532	1,116540	1,117550	1,118557	1,119565	1,120570
13	1,115020	1,116030	1,117038	1,118040	1,119050	1,120050
14	1,114510	1,115520	1,116522	1,117525	1,118527	1,119530
15	1,114	1,115	1,116	1,117	1,118	1,119
16	1,113470	1,114470	1,115471	1,116470	1,117460	1,118460
17	1,112948	1,113943	1,114930	1,115930	1,116927	1,117922
18	1,112413	1,113405	1,114390	1,115390	1,116382	1,117374
19	1,111872	1,112862	1,113850	1,114840	1,115831	1,116821
20	1,111325	1,112312	1,113300	1,114287	1,115275	1,116260
25	1,108499	1,109476	1,110452	1,111428	1,112405	1,113381
30	1,105523	1,106490	1,107450	1,108423	1,109390	1,110357
35	1,102396	1,103355	1,104313	1,105272	1,106231	1,107189
40	1,099119	1,100071	1,101022	1,101974	1,102926	1,103877
45	1,095690	1,096630	1,097580	1,098530	1,099476	1,100423
50	1,092110	1,093050	1,093990	1,094940	1,095882	1,096820
55	1,088380	1,089324	1,090260	1,091203	1,092143	1,093083
60	1,084504	1,085443	1,086380	1,087320	1,088259	1,089190
65	1,080474	1,081413	1,082350	1,083290	1,084230	1,085170
70	1,076293	1,077234	1,078175	1,079115	1,080056	1,080997
75	1,071962	1,072906	1,073850	1,074790	1,075737	1,076681
80	1,067480	1,068429	1,069377	1,070320	1,071274	1,072222
Dieser Salzsoole Gehalt Gr.	5,4471	5,3933	5,3404	5,2885	5,2374	5,1872
Dieser Salzsoole Gehalt Pr.	15,5108	15,6413	15,7717	15,9019	16,0323	16,1624
Dieser Salzsoole Gefr. Pnct.	— 9,32	— 9,40	— 9,49	— 9,57	— 9,65	— 9,73
Dieser Salzsoole Siede-Pnct.	83,84	83,87	83,90	83,94	83,97	84,01

Temperatur.	Specifische Scweren der Salzsoolen von gegebnem Gehalte, in diesen Temperaturen.					
0° R.	1.127390	1,128440	1,129490	1,130530	1,131580	1,132620
1	1,126940	1,127980	1,129030	1,130070	1,131110	1,132150
2	1,126480	1,127520	1,128560	1,129602	1,130640	1,131680
3	1,126020	1,127056	1,128090	1,129120	1,130160	1,131199
4	1,125550	1,126580	1,127610	1,128640	1,129680	1,130710
5	1,125070	1,126100	1,127130	1,128160	1,129190	1,130220
6	1,124590	1,125620	1,126644	1,127670	1,128690	1,129720
7	1,124104	1,125120	1,126150	1,127170	1,128196	1,129220
8	1,123611	1,124630	1,125651	1,126671	1,127690	1,128710
9	1,123112	1,124129	1,125140	1,126160	1,127180	1,128190
10	1,122600	1,123620	1,124650	1,125650	1,126665	1,127670
11	1,122090	1,123108	1,124120	1,125130	1,126140	1,127150
12	1,121580	1,122590	1,123598	1,124606	1,125614	1,126620
13	1.121060	1,122060	1,123070	1,124070	1,125080	1,126080
14	1,120530	1,121530	1,122540	1,123540	1,124540	1,125540
15	1,120	1,121	1,122	1,123	1,124	1,125
16	1,119460	1,120460	1,121450	1,122450	1,123450	1,124448
17	1,118917	1,119910	1,120906	1,121901	1,122896	1,123890
18	1,118367	1,119360	1,120350	1,121344	1,122330	1,123328
19	1,117811	1,118801	1,119790	1,120780	1,121771	1,122760
20	1,117250	1,118237	1,119225	1,120210	1,121200	1,122187
25	1,114350	1,115334	1,116310	1,117280	1,118263	1,119240
30	1,111324	1,112290	1,113257	1,114224	1,115191	1,116157
35	1,108147	1,109106	1,110064	1,111023	1,111982	1,112940
40	1,104829	1,105781	1,106733	1,107684	1,108636	1,109588
45	1,101369	1,102315	1,103260	1,104205	1,105154	1,106100
50	1,097760	1,098710	1,099650	1,100590	1,101536	1,102480
55	1,094020	1,094960	1,095900	1,096840	1,097780	1,098721
60	1,090130	1,091075	1,092015	1,092950	1,093890	1,094829
65	1,086108	1,087047	1,087986	1,088924	1,089863	1,090800
70	1,081937	1,082878	1,083818	1,084759	1,085700	1,086640
75	1,077620	1,078570	1,079512	1,080456	1,081400	1,082340
80	1,073170	1,074118	1,075060	1,076015	1,076960	1,077912
Dieser Salzsoole Gehalt Gr.	5,1378	5,0892	5,0414	4,9944	4,9482	4,9027
Dieser Salzsoole Gehalt Pr.	16,2925	16,4225	16,5524	16,6822	16,8118	16,9414
Dieser Salzsoole Gefr. Pnct.	— 9,81	— 9,89	— 9,98	— 10,06	— 10,14	— 10,22
Dieser Salzsoole Siede-Pnct.	84,04	84,07	84,10	84,14	84,17	84,21

Temperatur.	Specifische Schweren der Salzsoolen von gegebnem Gehalte, in diesen Temperaturen.					
0 R.	1,133670	1,134720	1,135760	1,136810	1,137858	1,138904
1	1,133199	1,134240	1,135280	1,136320	1,137370	1,138412
2	1,132720	1,133760	1,134790	1,135837	1,136876	1,137916
3	1,132230	1,133270	1,134300	1,135342	1,136378	1,137414
4	1,131740	1,132770	1,133810	1,134842	1,135875	1,136907
5	1,131249	1,132278	1,103308	1,134330	1,135366	1,136395
6	1,130740	1,131770	1,132800	1,133826	1,134853	1,135879
7	1,130240	1,131265	1,132290	1,133311	1,134334	1,135357
8	1,129730	1,130750	1,131770	1,132790	1,133810	1,134830
9	1,129210	1,130230	1,131240	1,132264	1,133280	1,134298
10	1,128690	1,129705	1,130720	1,131730	1,132747	1,133761
11	1,128162	1,129175	1,130180	1,131197	1,132208	1,133219
12	1,127630	1,128640	1,129640	1,130655	1,131665	1,132672
13	1,127090	1,128100	1,129103	1,130108	1,131114	1,132119
14	1,126549	1,127550	1,128550	1,129557	1,130559	1,131562
15	1,126	1,127	1,128	1,129	1,130	1,131
16	1,125445	1,126440	1,127440	1,128437	1,129435	1,130432
17	1,124886	1,125880	1,126875	1,127870	1,128865	1,129860
18	1,124321	1,125310	1,126300	1,127298	1,128290	1,129280
19	1,123750	1,124740	1,125730	1,126720	1,127710	1,128700
20	1,123170	1,124160	1,125150	1,126137	1,127120	1,128112
25	1,120216	1,121193	1,122169	1,123145	1,124122	1,125098
30	1,117124	1,118091	1,119058	1,120024	1,120991	1,121958
35	1,113899	1,114857	1,115816	1,116774	1,117733	1,118691
40	1,110539	1,111491	1,112445	1,113394	1,114346	1,115298
45	1,107047	1,107993	1,108939	1,109886	1,110832	1,111778
50	1,103421	1,104360	1,105305	1,106248	1,107190	1,108132
55	1,099661	1,100601	1,101541	1,102480	1,103420	1,104360
60	1,095770	1,096700	1,097645	1,098584	1,099522	1,100461
65	1,091741	1,092680	1,093619	1,094558	1,095490	1,096436
70	1,087580	1,088520	1,089460	1,090403	1,091343	1,092284
75	1,083280	1,084230	1,085175	1,086118	1,087062	1,088006
80	1,078860	1,079808	1,080756	1,081705	1,082655	1,083601
Dieser Salzsoole Gehalt Gr.	4,8579	4,8138	4,7704	4,7277	4,6856	4,6442
Dieser Salzsoole Gehalt Pr.	17,0709	17,2004	17,3298	17,459	17,5882	17,7175
Dieser Salzsoole Gefr. Pnct.	— 10,30	— 10,38	— 10,47	— 10,55	— 10,63	— 10,71
Dieser Salzsoole Siede-Pnct.	84,24	84,27	84,31	84,34	84,38	84,41

Temperatur.	Specifische Schweren der Salzsoole von gegebnem Gehalte, in diesen Temperaturen.					
0° R.	1,139950	1,140996	1,142040	1,143088	1,144134	1,145180
1	1,139455	1,140497	1,141540	1,142582	1,143625	1,144668
2	1,138955	1,139994	1,141033	1,142070	1,143111	1,144150
3	1,138449	1,139485	1,140521	1,141556	1,142593	1,143629
4	1,137940	1,138972	1,140000	1,141030	1,142070	1,143100
5	1,137425	1,138454	1,139480	1,140512	1,141542	1,142571
6	1,136905	1,137931	1,138957	1,139983	1,141009	1,142035
7	1,136379	1,137403	1,138426	1,139448	1,140471	1,141494
8	1,135849	1,136870	1,137889	1,138909	1,139929	1,140949
9	1,135315	1,136330	1,137350	1,138365	1,139380	1,140399
10	1,134775	1,135788	1,136802	1,137816	1,138830	1,139844
11	1,134230	1,135241	1,136252	1,137263	1,138274	1,139285
12	1,133680	1,134688	1,135696	1,136703	1,137712	1,138721
13	1,133125	1,134130	1,135136	1,136141	1,137146	1,138153
14	1,132565	1,133567	1,134570	1,135573	1,136575	1,137578
15	1,132	1,133	1,134	1,135	1,136	1,137
16	1,131429	1,132427	1,133424	1,134422	1,135419	1,136417
17	1,130855	1,131850	1,132844	1,133839	1,134834	1,135830
18	1,130275	1,131267	1,132259	1,133252	1,134244	1,135236
19	1,129689	1,130679	1,131669	1,132659	1,133649	1,134639
20	1,129100	1,130087	1,131075	1,132060	1,133050	1,134037
25	1,126075	1,127051	1,128027	1,129004	1,129980	1,130957
30	1,122925	1,123891	1,124858	1,125825	1,126792	1,127758
35	1,119650	1,120608	1,121567	1,122525	1,123484	1,124442
40	1,116249	1,117201	1,118153	1,119105	1,120056	1,121008
45	1,112725	1,113671	1,114617	1,115564	1,116510	1,117456
50	1,109075	1,110017	1,110959	1,111902	1,112844	1,113786
55	1,105300	1,106240	1,107179	1,108119	1,109059	1,109999
60	1,101399	1,102338	1,103277	1,104216	1,105154	1,106093
65	1,097370	1,098314	1,099252	1,100192	1,101130	1,102069
70	1,093225	1,094165	1,095106	1,096046	1,096987	1,097928
75	1,088950	1,089893	1,090837	1,091781	1,092720	1,093668
80	1,084549	1,085498	1,086446	1,087395	1,088343	1,089290
Dieser Salzsoole Gehalt Gr.	4,6034	4,5632	4,5236	4,4848	4,4461	4,4082
Dieser Salzsoole Gehalt Pr.	17,8464	17,9753	18,1041	18,2329	18,3617	18,4904
Dieser Salzsoole Gefr. Pnct.	– 10,79	– 10,88	– 10,96	– 11,04	– 11,12	– 11,20
Dieser Salzsoole Siede-Pnct.	84,44	84,48	84,51	84,54	84,58	84,61

Temperatur.	Specifische Schweren der Salzsoolen von gegebnem Gehalte, in diesen Temperaturen.					
0° R.	1,146226	1,147272	1,148318	1,149364	1,150410	1,151456
1	1,145710	1,146753	1,147795	1,148380	1,149880	1,150920
2	1,145190	1,146229	1,147270	1,148307	1,149340	1,150385
3	1,144664	1,145700	1,146736	1,147772	1,148808	1,149843
4	1,144130	1,145160	1,146200	1,147230	1,148260	1,149290
5	1,143600	1,144629	1,145659	1,146688	1,147717	1,148747
6	1,143060	1,144087	1,145113	1,146139	1,147166	1,148192
7	1,142517	1,143540	1,144560	1,145586	1,146609	1,147632
8	1,141969	1,142989	1,144009	1,145029	1,146049	1,147068
9	1,141416	1,142433	1,143450	1,144467	1,145480	1,146500
10	1,140858	1,141872	1,142886	4,143900	1,144910	1,145928
11	1.140296	1,141307	1,142318	1,143329	1,144340	1,145351
12	1,139730	1,140737	1,141745	1,142753	1,143760	1,144770
13	1,139157	1,140163	1,141168	1.142173	1,143179	1,144184
14	1,138580	1,139583	1,140586	1,141589	1,142591	1,143594
15	1,138	1,139	1,140	1,141	1,142	1,143
16	1,137414	1,138411	1,139409	1,140406	1,141404	1,142401
17	1,136824	1,137820	1,138815	1,139808	1,140803	1,141798
18	1,136229	1,137221	1,138213	1,139206	1,140198	1,141190
19	1,135629	1,136619	1,137609	1,138599	1,139589	1,140578
20	1,135025	1,136012	1,137000	1,137987	1,138975	1,139960
25	1,131953	1,132910	1,133880	1,134862	1,135839	1,136815
30	1,128725	1,129692	1,130660	1,131626	1,132600	1,133560
35	1,125401	1,126359	1,127318	1,128276	1,129235	1,130192
40	1,121960	1,122912	1,123865	1,124815	1,125767	1,126718
45	1,118403	1,119349	1,120295	1,121241	1,122188	1,123134
50	1,114729	1,115670	1,116615	1,117556	1,118498	1,119440
55	1,110938	1,111878	1,112818	1,113758	1,114697	1,115637
60	1,107031	1,107970	1,108909	1,109847	1,110786	1,111725
65	1,103008	1,103947	1,104886	1,105825	1,106764	1,107700
70	1,098868	1,099809	1,100750	1,101691	1,102631	1,103572
75	1,094610	1,095556	1,096500	1,097443	1,098387	1,099331
80	1,090239	1,091188	1,092136	1,093084	1,094030	1,094981
Dieser Salzsoole Gehalt Gr.	4,371	4,3341	4,2978	4,262	4,227	4,192
Dieser Salzsoole Gehalt Pr.	18,6189	18,7473	18,8757	19,0041	19,1324	19,2604
Gefr. Pnct.	— 11,29	— 11,37	— 11,45	— 11,53	— 11,61	— 11,69
Siede-Pnct.	84,65	84,68	84,71	84,75	84,78	84,81

Temperatur.	Specifische Schweren der Salzsoele von gegebnem Gehalte, in diesen Temperaturen.					
0° R.	1,152502	1,153548	1,154594	1,155640	1,156686	1,157732
1	1,151965	1,153008	1,154051	1,155093	1,156136	1,157178
2	1,151425	1,152464	1,153603	1,154540	1,155581	1,156620
3	1,150879	1,151915	1,152951	1,153987	1,155022	1,156058
4	1,150330	1,151360	1,152390	1,153420	1,154460	1,155490
5	1,149776	1,150805	1,151834	1,152864	1,153893	1,154922
6	1,149218	1,150244	1,151270	1,152296	1,153322	1,154548
7	1,148655	1,149678	1,150701	1,151724	1,152747	1,153770
8	1,148090	1,149108	1,150128	1,151148	1,152168	1,153188
9	1,147517	1,148534	1,149551	1,150569	1,151585	1,152602
10	1,146942	1,147956	1,148969	1,149983	1,150997	1,152011
11	1,146362	1,147370	1,148384	1,149395	1,150406	1,151417
12	1,145778	1,146786	1,147794	1,148802	1,149811	1,150819
13	1,145190	1,146195	1,147200	1,148206	1,149211	1,150217
14	1,144598	1,145599	1,146602	1,147605	1,148607	1,149610
15	1,144	1,145	1,146	1,147	1,148	1,149
16	1,143398	1,144396	1,145393	1,146390	1,147388	1,148385
17	1,142790	1,143787	1,144782	1,145777	1,146772	1,147767
18	1,142183	1,143175	1,144167	1,145160	1,146150	1,147144
19	1,041568	1,142558	1,143548	1,144538	1,145528	1,146518
20	1,140950	1,141937	1,142920	1,143910	1,144900	1,145888
25	1,137792	1,138768	1,139745	1,140721	1,141697	1,142674
30	1,134526	1,135493	1,136459	1,137426	1,138393	1,139359
35	1,131152	1,132111	1,133069	1,134028	1,134986	1,135945
40	1,127670	1,128622	1,129573	1,130525	1,131477	1,132428
45	1,124081	1,125027	1,125973	1,126919	1,127868	1,128812
50	1,120383	1,121325	1,122267	1,123210	1,124152	1,125094
55	1,116577	1,117517	1,118457	1,119396	1,120336	1,121276
60	1,112663	1,113602	1,114541	1,115479	1,116418	1,117356
65	1,108642	1,109580	1,110520	1,111458	1,112390	1,113336
70	1,104512	1,105453	1,106393	1,107334	1,108275	1,109215
75	1,100275	1,101218	1,102162	1,103106	1,104050	1,104993
80	1,095929	1,096877	1,097826	1,098774	1,099722	1,100670
Dieser Salzsoele Gehalt Gr.	4,1578	4,1239	4,0906	4,0577	4,0252	3,9932
Dieser Salzsoele Gehalt Pr.	19,3884	19,5165	19,644	19,7718	19,8996	20,0274
Dieser Salzsoele Gefr. Pnct.	— 11,78	— 11,86	— 11,94	— 12,02	— 12,1	— 12,19
Dieser Salzsoele Siede-Pnct.	84,85	84,88	84,91	84,95	84,98	85,02

Temperatur.	Specifische Schweren der Salzfoolen von gegebnem Gehalte, in diesen Temperaturen.					
0° R.	1,158774	1,159824	1,160870	1,161916	1,162962	1,164008
1	1,158221	1,159260	1,160306	1,161348	1,162391	1,163434
2	1,157659	1,158699	1,159738	1,160777	1,161816	1,162855
3	1,157094	1,158130	1,159166	1,160201	1,161237	1,162273
4	1,156525	1,157557	1,158590	1,159622	1,160655	1,161687
5	1,155951	1,156981	1 158010	1,159039	1,160069	1,161098
6	1,155374	1,156400	1,157426	1,158452	1,159479	1,160505
7	1,154793	1,155816	1,156839	1,157862	1,158885	1,159908
8	1,154208	1,155227	1,156247	1,157267	1,158287	1,159307
9	1,153618	1,154635	1,155652	1,156669	1,157686	1,158703
10	1,153025	1,154039	1,155053	1,156067	1,157081	1,158095
11	1,152428	1,153439	1,154450	1,155461	1,156472	1,157483
12	1,151828	1,152836	1,153843	1,154852	1,155860	1,156868
13	1,151222	1,152227	1,153230	1,154238	1,155243	1,156249
14	1,150613	1,151615	1,152618	1,153621	1,154623	1,155626
15	1,150	1,151	1,152	1,153	1,154	1,155
16	1,149383	1,150380	1,151377	1,152375	1,153372	1,154369
17	1,148762	1,149757	1,150751	1,151746	1,152741	1,153736
18	1.148137	1,149129	1,150121	1,151114	1,152106	1,153098
19	1,147508	1,148497	1,149487	1,150477	1,151467	1,152457
20	1,146875	1,147862	1,148850	1,149837	1,150825	1,151812
25	1,143650	1,144627	1,145603	1,146579	1,147556	1,148532
30	1,140326	1,141293	1,142260	1,143227	1,144193	1,145160
35	1,136903	1,137862	1,138820	1,139779	1,140737	1,141696
40	1,133380	1,134332	1,135284	1,136235	1,137187	1,138139
45	1,129758	1,130705	1,131651	1,132597	1,133543	1,134490
50	1,126037	1,126979	1,127921	1,128864	1,129806	1,130748
55	1,122216	1,123155	1,124095	1,125035	1,125975	1,126915
60	1,118295	1,119234	1,120172	1,121111	1,122049	1,122988
65	1,114275	1,115214	1,116153	1,117092	1,118031	1,118970
70	1,110156	1,111097	1,112037	1,112978	1,113918	1,114859
75	1,105937	1,106881	1,107825	1,108768	1,109712	1,110656
80	1,101619	1.102567	1,103516	1,104464	1,105412	1,106360
Dieser Salzfoole Gehalt Gr.	3,9615	3,9303	3,8995	3,8692	3,8393	3,8097
Dieser Salzfoole Gehalt Pr.	20,1552	20,2828	20,4102	20,5372	20,6642	20,7913
Dieser Salzfoole Gefr. Pnct.	— 12,27	— 12,35	— 12,43	— 12,51	—12,59	— 12,68
Dieser Salzfoole Siede-Pnct.	85,05	85,08	85,12	85,15	85,18	85,22

Temperatur.	Specifische Schweren der Salzsoolen von gegebnem Gehalte, in diesen Temperaturen.					
0° R.	1,165054	1,166100	1,167146	1,168192	1,169238	1,170284
1	1,164476	1,165519	1,166561	1,167604	1,168646	1,169689
2	1,163894	1,164933	1,165973	1,167012	1,168051	1,169090
3	1,163309	1,164345	1,165380	1,166416	1,167452	1,168488
4	1,162720	1,163752	1,164785	1,165817	1,166850	1,167883
5	1,162127	1,163156	1,164185	1,165215	1,166244	1,167273
6	1,161530	1,162557	1,163583	1,164609	1,165635	1,166661
7	1,160930	1,161953	1,162976	1,163999	1,165022	1,166045
8	1,160327	1,161347	1,162367	1,163386	1,164406	1,165426
9	1,159720	1,160737	1,161753	1,162770	1,163787	1,164804
10	1,159110	1,160123	1,161137	1,162150	1,163164	1,164178
11	1,158494	1,159505	1,160517	1,161527	1,162538	1,163549
12	1,157876	1,158884	1,159892	1,160900	1,161909	1,162917
13	1,157254	1,158259	1,159265	1,160271	1,161276	1,162281
14	1,156629	1,157631	1,158634	1,159637	1,160639	1,161642
15	1,156	1,157	1,158	1,159	1,160	1,161
16	1,155367	1,156364	1,157362	1,158360	1,159356	1,160354
17	1,154731	1,155726	1,156720	1,157715	1,158710	1,159705
18	1,154090	1,155080	1,156070	1,157068	1,158060	1,159050
19	1,153447	1,154437	1,155427	1,156417	1,157406	1,158396
20	1,152800	1,153787	1,154775	1,155762	1,156750	1,157737
25	1,149509	1,150485	1,151462	1,152438	1,153414	1,154391
30	1,146127	1,147094	1,148060	1,149027	1,149994	1,150961
35	1,142654	1,143613	1,144571	1,145530	1,146488	1,147447
40	1,139091	1,140042	1,140994	1,141946	1,142897	1,143849
45	1,135434	1,136382	1,137329	1,138270	1,139221	1,140168
50	1,131619	1,132633	1,133575	1,134518	1,135460	1,136400
55	1,127854	1,128794	1,129734	1,130674	1,131613	1,132553
60	1,123927	1,124866	1,125804	1,126743	1,127681	1,128620
65	1,119910	1,120848	1,121787	1,122725	1,123664	1,124603
70	1,115800	1,116740	1,117681	1,118622	1,119562	1,120503
75	1,111600	1,112543	1,113487	1,114431	1,115375	1,116318
80	1,107309	1,108257	1,109205	1,110154	1,111102	1,112050
Dieser Salzsoole Gehalt Gr.	3,7804	3,7516	3,7231	3,6949	3,6672	3,6397
Dieser Salzsoole Gehalt Pr.	20,9187	21,0455	21,1725	21,2997	21,4261	21,5531
Dieser Salzsoole Gefr. Pnct.	— 12,76	— 12,84	— 12,92	— 13	— 13,09	— 13,17
Dieser Salzsoole Siede-Pnct.	85,25	85,29	85,32	85,35	85,39	85,42

Temperatur.	Specifische Schweren der Salzsoole' von gegebnem Gehalte, in diesen Temperaturen.					
0° R.	1,171330	1,172376	1,173422	1,174468	1,175515	1,176561
1	1,170731	1,171774	1,172817	1,173859	1,174901	1,175944
2	1,170129	1,171168	1,172207	1,173246	1,174286	1,175325
3	1,169523	1,170559	1,171595	1,172631	1,173667	1,174702
4	1,168915	1,169947	1,170980	1,172010	1,173045	1,174077
5	1,168302	1,169330	1,170361	1,171390	1,172419	1,173449
6	1,167687	1,168713	1,169739	1,170765	1,171791	1,172818
7	1,167068	1,168091	1,169114	1,170137	1,171160	1,172183
8	1,166446	1,167466	1,168486	1,169506	1,170526	1,171546
9	1,165821	1,166838	1,167855	1,168872	1,169888	1,170905
10	1,165190	1,166206	1,167220	1,168234	1,169248	1,170262
11	1,164561	1,165571	1,166582	1,167593	1,168605	1,169616
12	1,163925	1,164933	1,165942	1,166950	1,167958	1,168966
13	1,163287	1,164290	1,165297	1,166303	1,167308	1,168314
14	1,162645	1,163647	1,164650	1,165653	1,166655	1,167658
15	1,162	1,163	1,164	1,165	1,166	1,167
16	1,161351	1,162349	1,163346	1,164345	1,165341	1,166338
17	1,160699	1,161395	1,162689	1,163684	1,164679	1,165674
18	1,160040	1,161037	1,162029	1,163022	1,164014	1,165006
19	1,159386	1,160376	1,161366	1,162356	1,163346	1,164336
20	1,158725	1,159712	1,160700	1,161687	1,162675	1,163662
25	1,155367	1,156344	1,157320	1,158297	1,159273	1,160249
30	1,151927	1,152894	1,153861	1,154828	1,155795	1,156761
35	1,148405	1,149364	1,150322	1,151281	1,152239	1,153198
40	1,144801	1,145752	1,146704	1,147656	1,148608	1,149559
45	1,141114	1,142060	1,143007	1,143953	1,144899	1,145845
50	1,137345	1,138287	1,139229	1,140172	1,141114	1,142056
55	1,133493	1,134433	1,135372	1,136312	1,137252	1,138192
60	1,129559	1,130497	1,131436	1,132375	1,133313	1,134252
65	1,125542	1,126481	1,127420	1,128360	1,129298	1,130231
70	1,121443	1,122384	1,123325	1,124265	1,125206	1,126147
75	1,117262	1,118206	1,119150	1,120093	1,121037	1,121981
80	1,112998	1,113947	1,114895	1,115840	1,116792	1,117740
Dieser Salzsoole Gehalt Gr.	3,6126	3,5858	3,5594	3,5333	3,5075	3,4819
Dieser Salzsoole Gehalt Pr.	21,6797	21,8064	21,9327	22,0589	22,1852	22,3119
Dieser Salzsoole Gefr. Pnct.	— 13,25	— 13,33	— 13,41	— 13,49	— 13,57	— 13,66
Dieser Salzsoole Siede-Pnct.	84,45	85,49	85,52	85,55	85,59	85,62

Temperatur.	Specifische Schweren der Salzsoole von gegebnem Gehalte, in diesen Temperaturen.					
0° R.	1,177607	1,178650	1,179699	1,180745	1,181791	1,182837
1	1,176987	1,178029	1,179072	1,180114	1,181157	1,182199
2	1,176364	1,177403	1,178442	1,179482	1,180521	1,181360
3	1,175738	1,176774	1,177810	1,178846	1,179881	1,180917
4	1,175110	1,176142	1,177175	1,178207	1,179240	1,180272
5	1,174478	1,175507	1,176537	1,177566	1,178595	1,179624
6	1,173884	1,174870	1,175896	1,176922	1,177948	1,178974
7	1,173206	1,174229	1,175252	1,176275	1,177298	1,178321
8	1,172566	1,173585	1,174605	1,175625	1,176645	1,177665
9	1,171922	1,172939	1,173956	1,174973	1,175990	1,177007
10	1,171276	1,172289	1,173304	1,174318	1,175331	1,176345
11	1,170627	1,171637	1,172650	1,173659	1,174671	1,175682
12	1,169974	1,170982	1,171991	1,172999	1,174007	1,175015
13	1,169319	1,170325	1,171330	1,172335	1,173341	1,174346
14	1,168661	1,169665	1,170666	1,171669	1,172671	1,173674
15	1,168	1,169	1,170	1,171	1,172	1,173
16	1,167336	1,168332	1,169330	1,170328	1,171325	1,172322
17	1,166669	1,167663	1,168658	1,169655	1,170648	1,171643
18	1,165999	1,166991	1,167983	1,168976	1,169968	1,170960
19	1,165326	1,166316	1,167305	1,168295	1,169285	1,170275
20	1,164650	1,165637	1,166620	1,167612	1,168600	1,169587
25	1,161226	1,162202	1,163179	1,164155	1,165131	1,166108
30	1,157728	1,158695	1,159662	1,160628	1,161595	1,162562
35	1,154157	1,155115	1,156074	1,157032	1,157991	1,158949
40	1,150511	1,151463	1,152414	1,153366	1,154318	1,155269
45	1,146792	1,147738	1,148684	1,149631	1,150577	1,151523
50	1,142999	1,143941	1,144883	1,145826	1,146768	1,147710
55	1,139132	1,140072	1,141011	1,141951	1,142891	1,143830
60	1,135191	1,136129	1,137068	1,138006	1,138945	1,139884
65	1,131176	1,132114	1,133054	1,133992	1,134931	1,135870
70	1,127087	1,128028	1,128968	1,129909	1,130850	1,131790
75	1,122925	1,123868	1,124812	1,125756	1,126700	1,127643
80	1,118688	1,119636	1,120585	1,121533	1,122481	1,123430
Dieser Salzsoole Gehalt Gr.	3,4568	3,4318	3,4072	3,3829	3,3589	3,3351
Dieser Salzsoole Gehalt Pr.	22,4376	22,5641	22,6901	22,8159	22,9415	23,0675
Dieser Salzsoole Gefr. Pnct.	− 13,74	− 13,82	− 13,9	− 13,98	− 14,07	− 14,15
Dieser Salzsoole Siede-Pnct.	85,66	85,69	85,72	85,76	85,79	85,82

Temperatur.	Specifische Schweren der Salzsoolen von gegebnem Gehalte, in diesen Temperaturen.					
0° R.	1,183883	1,184929	1,185975	1,187021	1,188060	1,189113
1	1,183242	1,184285	1,185327	1,186370	1,187412	1,188455
2	1,182599	1,183638	1,184677	1,185716	1,186756	1,187795
3	1,181953	1,182989	1,184025	1,185060	1,186096	1,187132
4	1,181305	1,182337	1,183370	1,184402	1,185435	1,186467
5	1,180654	1,181683	1,182712	1,183741	1,184771	1,185800
6	1,180000	1,181026	1,182050	1,183078	1,184104	1,185131
7	1,179344	1,180367	1,181389	1,182413	1,183436	1,184458
8	1,178685	1,179705	1,180725	1,181745	1,182764	1,183784
9	1,178023	1,179040	1,180057	1,181074	1,182091	1,183108
10	1,177359	1,178370	1,179380	1,180401	1,181415	1,182429
11	1,176693	1,177704	1,178715	1,179726	1,180737	1,181748
12	1,176023	1,177032	1,178040	1,179048	1,180056	1,181064
13	1,175351	1,176357	1,177362	1,178368	1,179373	1,180378
14	1,174677	1,175679	1,176682	1,177680	1,178687	1,179690
15	1,174	1,175	1,176	1,177	1,178	1,179
16	1,173320	1,174317	1,175315	1,176312	1,177309	1,178307
17	1,172638	1,173632	1,174627	1,175622	1,176617	1,177612
18	1,171953	1,172945	1,173937	1,174930	1,175922	1,176914
19	1,171265	1,172255	1,173245	1,174235	1,175224	1,176214
20	1,170575	1,171562	1,172550	1,173537	1,174525	1,175512
25	1,167084	1,168061	1,169030	1,170014	1,170990	1,171966
30	1,163529	1,164495	1,165462	1,166429	1,167396	1,168362
35	1,159908	1,160866	1,161825	1,162783	1,163742	1,164700
40	1,156221	1,157173	1,158125	1,159076	1,160030	1,160980
45	1,152470	1,153416	1,154362	1,155309	1,156255	1,157201
50	1,148653	1,149595	1,150537	1,151479	1,152422	1,153364
55	1,144770	1,145710	1,146650	1,147589	1,148529	1,149469
60	1,140822	1,141761	1,142699	1,143638	1,144577	1,145516
65	1,136809	1,137748	1,138687	1,139626	1,140565	1,141504
70	1,132731	1,133672	1,134612	1,135553	1,136493	1,137434
75	1,128587	1,129531	1,130475	1,131418	1,132362	1,133306
80	1,124378	1,125326	1,126275	1,127223	1,128171	1,129119
Dieser Salzsoole Gehalt Gr.	3,3116	3,2884	3,2654	3,2427	3,2202	3,198
Dieser Salzsoole Gehalt Pr.	23,1932	23,3188	23,4444	23,5699	23,6955	23,8208
Dieser Salzsoole Gefr. Pnct.	— 14,23	— 14,31	— 14,39	— 14,47	— 14,56	— 14,64
Dieser Salzsoole Siede-Pnct.	85,86	85,89	85,93	85,96	85,99	86,03

Temperatur.	Specifische Schweren der Salzsoolen von gegebnem Gehalte, in diesen Temperaturen.					
0° R.	1,190159	1,191205	1,192251	1,193297	1,194343	1,195389
1	1,189497	1,190540	1,191583	1,192625	1,193668	1,194710
2	1,188834	1,189873	1,190912	1,191951	1,192990	1,194029
3	1,188168	1,189204	1,190239	1,191275	1'192311	1,193346
4	1,187500	1,188532	1,189565	1,190597	1,191630	1,192662
5	1,186829	1,187858	1,188888	1,189917	1,190946	1,191975
6	1,186157	1,187183	1,188210	1,189236	1,190261	1,191287
7	1,185481	1,186504	1,187527	1,188550	1,189573	1,190596
8	1,184804	1,185824	1,186844	1,187864	1,188884	1,189904
9	1,184125	1,185142	1,186158	1,187175	1,188192	1,189209
10	1,183443	1,184457	1,185471	1,186485	1,187498	1,188512
11	1,182759	1,183770	1,184781	1,185792	1,186803	1,187814
12	1,182072	1,183081	1,184089	1,185097	1,186105	1,187113
13	1,181384	1,182389	1,183395	1,184400	1,185405	1,186411
14	1,180693	1,181695	1,182698	1,183701	1,184703	1,185706
15	1,180	1,181	1,182	1,183	1,184	1,185
16	1,179304	1,180302	1,181299	1,182296	1,183294	1,184291
17	1,178607	1,179601	1,180596	1,181591	1,182586	1,183581
18	1,177907	1,178899	1,179891	1,180884	1,181876	1,182868
19	1,177204	1,178194	1,179184	1,180174	1,181164	1,182154
20	1,176500	1,177487	1,178475	1,179462	1,180450	1,181437
25	1,172943	1,173919	1,174896	1,175872	1,176848	1,177825
30	1,169329	1,170296	1,171263	1,172229	1,173196	1,174163
35	1,165659	1,166617	1,167576	1,168534	1,169493	1,170451
40	1,161931	1,162883	1,163835	1,164787	1,165738	1,166690
45	1,158147	1,159094	1,160040	1,160986	1,161933	1,162879
50	1,154307	1,155249	1,156191	1,157134	1,158076	1,059018
55	1,150409	1,151349	1,152288	1,153228	1,154168	1,055108
60	1,146454	1,147393	1,148331	1,149270	1,150209	1,051147
65	1,142443	1,143382	1,144321	1,145260	1,146198	1,147137
70	1,138375	1,139315	1,140256	1,141197	1,142137	1,043078
75	1,134250	1,135193	1,136137	1,137081	1,138025	0,038968
80	1,130068	1,131016	1,131964	1,132913	1,133861	1,034809
Dieser Salzsoole Gehalt Gr.	3,1761	3,1543	3,1329	3,1116	3,0906	3,0698
Dieser Salzsoole Gehalt Pr.	23,9458	24,0714	24,1961	24,3214	24,4462	24,5712
Dieser Salzsoole Gefr. Pnct.	— 14,72	— 14,80	— 14,88	— 14,96	— 15,05	— 15,13
Dieser Salzsoole Siede. Pnct.	86,06	86,09	86,13	86,16	86,19	86,23

Temperatur.	Specifische Schweren der Salzsoole von gegebnem Gehalte, in diesen Temperaturen.					
0° R.	1,196435	1,197481	1,198527	1,199573	1,200619	1,201665
1	1,195753	1,196795	1,197838	1,198880	1,199923	1,200966
2	1,195069	1,196108	1,197147	1,198186	1,199225	1,200264
3	1,194383	1,195418	1,196454	1,197490	1,198526	1,199562
4	1,193695	1,194727	1,195760	1,196792	1,197825	1,198857
5	1,193005	1,194034	1,195060	1,196093	1,197122	1,198151
6	1,192313	1,193339	1,194365	1,195391	1,196417	1,197443
7	1,191619	1,192642	1,193665	1,194688	1,195711	1,196734
8	1,190923	1,191943	1,192963	1,193983	1,195005	1,196025
9	1,190226	1,191243	1,192260	1,193276	1,194293	1,195310
10	1,189526	1,190540	1,191554	1,192568	1,193582	1,194596
11	1,188825	1,189836	1,190847	1,191858	1,192869	1,193880
12	1,188122	1,189130	1,190138	1,191146	1,1921[illegible]4	1,193162
13	1,187416	1,188422	1,189427	1,190432	1,191438	1,192443
14	1,186709	1,187711	1,188714	1,189717	1,190720	1,191722
15	1,186	1,187	1,188	1,189	1,190	1,191
16	1,185288	1,186286	1,187283	1,188280	1,189278	1,190275
17	1,184576	1,185570	1,186565	1,187560	1,188555	1,189550
18	1,183861	1,184853	1,185845	1,186830	1,187830	1,188822
19	1,183143	1,184133	1,185123	1,186113	1,187103	1,188093
20	1,182425	1,183412	1,184400	1,185380	1,186375	1,187362
25	1,178801	1,179778	1,180750	1,181730	1,182707	1,183685
30	1,175130	1,176097	1,177063	1,178030	1,178997	1,179964
35	1,171410	1,172369	1,173327	1,174285	1,175244	1,176203
40	1,167642	1,168593	1,169540	1,170497	1,171448	1,172400
45	1,163825	1,164772	1,165718	1,166664	1,167611	1,168557
50	1,159961	1,160903	1,161845	1,162787	1,163730	1,164672
55	1,156047	1,156987	1,157927	1,158867	1,159807	1,160746
60	1,152086	1,153025	1,153963	1,154902	1,155841	1,156779
65	1,148076	1,149015	1,149954	1,150893	1,151832	1,152771
70	1,144018	1,144959	1,145900	1,146840	1,147781	1,148722
75	1,139912	1,140856	1,141800	1,142743	1,143687	1,144631
80	1,135758	1,136706	1,137654	1,138602	1,139551	1,140499
Dieser Salzsoole Gehalt Gr.	3,0492	3,0289	3,0087	2,9874	2,9691	2,9495
Dieser Salzsoole Gehalt Pr.	24,6962	24,8206	24,9457	25,0709	25,1946	25,3196
Dieser Salzsoole Gefr. Pnct.	—15,21	— 15,29	— 15,38	— 15,46	— 15,54	— 15,62
Dieser Salzsoole Siede-Pnct.	86,26	86,30	86,33	86,36	86,40	86,43

Temperatur.	Specifische Schweren der Salzsoolen von gegebnem Gehalte, in diesen Temperaturen.					
0° R.	1,202711	1,203757	1,204803	1,205849	1,206894	1,207941
1	1,202008	1,203051	1,204093	1,205136	1,206178	1,207221
2	1,201303	1,202343	1,203382	1,204421	1,205460	1,206499
3	1,200590	1,201630	1,202669	1,203705	1,204741	1,205776
4	1,199890	1,200920	1,201955	1,202987	1,204020	1,205050
5	1,199180	1,200210	1,201239	1,202268	1,203297	1,204327
6	1,198469	1,199496	1,200522	1,201548	1,202574	1,203600
7	1,197757	1,198780	1,199803	1,200826	1,201849	1,202872
8	1,197043	1,198063	1,199083	1,200102	1,201122	1,202142
9	1,196327	1,197344	1,198361	1,199318	1,200395	1,201412
10	1,195610	1,196624	1,197638	1,198652	1,199666	1,200679
11	1,194891	1,195902	1,196913	1,197924	1,198935	1,199946
12	1,194171	1,195179	1,196187	1,197195	1,198203	1,199212
13	1,193449	1,194454	1,195459	1,196465	1,197470	1,198476
14	1,192725	1,193728	1,194730	1,195733	1,196736	1,197738
15	1,192	1,193	1,194	1,195	1,196	1,197
16	1,191273	1,192270	1,193268	1,194265	1,195262	1,196260
17	1,190545	1,191539	1,192534	1,193529	1,194524	1,195519
18	1,189815	1,190807	1,191799	1,192792	1,193784	1,194776
19	1,189083	1,190073	1,191063	1,192052	1,193042	1,194032
20	1,188350	1,189337	1,190325	1,191312	1,192300	1,193287
25	1,184660	1,185636	1,186613	1,187589	1,188566	1,189542
30	1,180930	1,181897	1,182864	1,183831	1,184797	1,185764
35	1,177161	1,178120	1,179078	1,180037	1,180995	1,181954
40	1,173352	1,174304	1,175255	1,176207	1,171159	1,178110
45	1,169503	1,170449	1,171396	1,172342	1,173288	1,174235
50	1,165615	1,166557	1,167499	1,168442	1,169384	1,170326
55	1,161686	1,162626	1,163566	1,164505	1,165445	1,166385
60	1,157718	1,158656	1,159595	1,160534	1,161472	1,162411
65	1,153710	1,154649	1,155588	1,156527	1,157466	1,158404
70	1,149662	1,150603	1,151543	1,152484	1,153425	1,154365
75	1,145575	1,146518	1,147462	1,148407	1,149350	1,150293
80	1,141447	1,142396	1,143344	1,144292	1,145241	1,146189
Dieser Salzsoole Gehalt Gr.	2,9302	2,9111	2,8922	2,8735	2,8549	2,8366
Dieser Salzsoole Gehalt Pr.	25,4439	25,5685	25,6924	25,8164	25,941	26,0647
Dieser Salzsoole Gefr. Pnct.	— 15,70	— 15,78	— 15,87	— 15,95	— 16,03	— 16,11
Dieser Salzsoole Siede-Pnct.	86,46	86,50	86,53	86,56	86,60	86,63

Temperatur.	Specifische Schweren der Salzsoole von gegebnem Gehalte, in diesen Temperaturen.					
0° R.	1,208987	1,210033	1,211079	1,212125	1,213171	1,214217
1	1,208263	1,209306	1,210349	1,211391	1,212434	1,213476
2	1,207539	1,208578	1,209611	1,210656	1,211695	1,212734
3	1,206812	1,207848	1,208884	1,209919	1,210955	1,211991
4	1,206080	1,207117	1,208150	1,209182	1,210215	1,211247
5	1,205356	1,206385	1,207414	1,208444	1,209473	1,210502
6	1,204626	1,205652	1,206678	1,207704	1,208730	1,209756
7	1,203895	1,204918	1,205941	1,206963	1,207986	1,209009
8	1,203162	1,204182	1,205202	1,206222	1,207242	1,208262
9	1,202428	1,203445	1,204462	1,205479	1,206496	1,207513
10	1,201693	1,202707	1,203721	1,204735	1,205749	1,206763
11	1,200957	1,201968	1,202979	1,203990	1,205001	1,206012
12	1,200220	1,201228	1,202236	1,203244	1,204252	1,205261
13	1,199481	1,200486	1,201492	1,202497	1,203503	1,204508
14	1,198741	1,199744	1,200746	1,201749	1,202752	1,203754
15	1,198	1,199	1,200	1,201	1,202	1,203
16	1,197257	1,198255	1,199252	1,200249	1,201247	1,202244
17	1,196514	1,197508	1,198503	1,199498	1,200493	1,201488
18	1,195769	1,196761	1,197753	1,198746	1,199738	1,200730
19	1,195022	1,196012	1,197002	1,197992	1,198982	1,199972
20	1,194275	1,195262	1,196250	1,197230	1,198225	1,199212
25	1,190518	1,191495	1,192471	1,193448	1,194424	1,195400
30	1,186731	1,187698	1,188664	1,189631	1,190598	1,191565
35	1,182912	1,183871	1,184829	1,185788	1,186746	1,187705
40	1,179062	1,180014	1,180966	1,181917	1.182869	1,183821
45	1,175181	1,176127	1,177074	1,178020	1,178966	1,179913
50	1,171269	1,172211	1,173153	1,174096	1,175038	1,175980
55	1,167325	1,168265	1,169204	1,170144	1,171084	1,172024
60	1,163349	1,164288	1,165227	1,166166	1,167104	1,168043
65	1,159343	1,160282	1,161221	1,162160	1,163099	1,164038
70	1,155306	1,156247	1,157187	1,158128	1,159068	1,160009
75	1,151237	1,152181	1,153125	1,154068	1,155012	1,155956
80	1,147137	1,148085	1,149034	1,149982	1,150930	1,151879
Dieser Salzsoole Gehalt Gr.	2,8184	2,8004	2,7826	2,765	2,7476	2,7303
Dieser Salzsoole Gehalt Pr.	26,1889	26,313	26,4368	26,5604	26,6837	26,8075
Dieser Salzsoole Gefr. Punct.	– 16,19	– 16,28	– 16,36	– 16,44	–16,52	– 16,60
Dieser Salzsoole Siede-Punct.	86,66	86,70	86,73	86,77	86,80	86,83

Temperatur.	Specifische Schweren der Salzsoolen von gegebnem Gehalte, in diesen Temperaturen.					
0° R.	1,215263	1,216309	1,217355	1,218401	1,219447	1,220493
1	1,214519	1,215561	1,216604	1,217646	1,218689	1,219731
2	1,213773	1,214813	1,215852	1,216891	1,217930	1,218969
3	1,213027	1,214063	1,215098	1,216134	1,217170	1,218206
4	1,212280	1,213312	1,214345	1,215370	1,216410	1,217442
5	1,211531	1,212561	1,213590	1,214619	1,215648	1,216678
6	1,210783	1,211809	1,212835	1,213861	1,214887	1,215913
7	1,210032	1,211055	1,212078	1,213101	1,214121	1,215147
8	1,209281	1,210301	1,211321	1,212341	1,213361	1,214381
9	1,208530	1,209547	1,210563	1,211580	1,212597	1,213614
10	1,207777	1,208791	1,209805	1,210819	1,211832	1,212846
11	1,207023	1,208034	1,209045	1,210056	1,211067	1,212078
12	1,206269	1,207277	1,208285	1,209293	1,210302	1,211310
13	1,205513	1,206519	1,207524	1,208529	1,209535	1,210540
14	1,204757	1,205760	1,206762	1,207765	1,208768	1,209770
15	1,204	1,205	1,206	1,207	1,208	1,209
16	1,203241	1,204239	1,205236	1,206234	1,207231	1,208228
17	1,202483	1,203477	1,204472	1,205467	1,206462	1,207456
18	1,201723	1,202715	1,203707	1,204699	1,205692	1,206684
19	1,200961	1,201951	1,202941	1,203931	1,204921	1,205911
20	1,200200	1,201187	1,202175	1,203162	1,204150	1,205137
25	1,196377	1,197353	1,198330	1,199306	1,200283	1,201259
30	1,192531	1,193498	1,194465	1,195432	1,196938	1,197365
35	1,188663	1,189622	1,190580	1,191539	1,192497	1,193456
40	1,184772	1,185724	1,186676	1,187627	1,188579	1,189531
45	1,180859	1,181805	1,182751	1,183698	1,184644	1,185590
50	1,176923	1,177865	1,178807	1,179749	1,180692	1,181634
55	1,172963	1,173903	1,174843	1,175783	1,176722	1,177662
60	1,168981	1,169920	1,170859	1,171797	1,172736	1,173675
65	1,164977	1,165916	1,166855	1,167794	1,168735	1,169671
70	1,160950	1,161890	1,162831	1,163772	1,164712	1,165653
75	1,156900	1,157843	1,158787	1,159731	1,160675	1,161618
80	1,152827	1,153775	1,154723	1,155670	1,156620	1,157568
Dieser Salzsoole Gehalt Gr.	2,7132	2,6962	2,6794	2,6628	2,6463	2,63
Dieser Salzsoole Gehalt Pr.	26,9309	27,0548	27,1783	27,3015	27,425	27,5482
Dieser Salzsoole Gefr. Pnct.	— 16,68	— 16,76	— 16,85	— 16,93	— 17,01	— 17,09
Dieser Salzsoole Siede-Pnct.	86,87	86,90	86,94	86,97	87	87,04

VI.

Auszüge aus Briefen.

1) Von Hrn. Prof. Pfaff an den Prof. Gilbert.

Kiel 27. Decbr. 1815.

Ich überſende Ihnen in der Beilage einige kleine Bemerkungen über die ſogenannte *trockne Säule,* die mir gerade jetzt von einigem Intereſſe zu ſeyn ſcheinen, da die Aufmerkſamkeit der Phyſiker auf dieſen Gegenſtand gerichtet iſt. Geſchäfte und andere Unterſuchungen haben mir noch *nicht erlaubt,* meine Arbeit über die trockne Säule ſo weit zu führen, daſs ſie ſich zu einem phyſikaliſchen Aufſatz eignete; ich wünſchte durch dieſe kleine Notiz nur das *zu ſchnelle* Abſprechen über das Volta'ſche Princip der Säule zu hindern. Daſs alle Säulen — ſie mögen nun Trog-Apparate mit der kräftigſten Säure, oder ſogenannte Condenſatoren-Säulen (?), wie Hr. Leibmedicus von Jäger ſie baute, ſeyn, — nach *Einem* Geſetze und durch einen und denſelben inneren Vorgang wirken, iſt mir wenigſtens bis *jetzt* noch das Wahrſcheinlichſte. Sie *bilden* auch in der That *eine ununterbrochene Reihe,* in der man keine *eigentliche Lücken* nachweiſen kann.

Ob übrigens diese trockne Säule als meteorologisches Instrument doch noch zu Ehren kommen möchte, will ich nicht entscheiden. Es ist mir in ihrem Gange und seinem Wechsel noch manches dunkel, und es erfordert eine *grosse Genauigkeit*, um ein gleichförmiges Maals für diesen Gang zu haben.

Da ich diesen Winter, wie gewöhnlich, analytische Chemie lese, so beschäftigen mich jetzt manche Analysen von Mineralkörpern. So habe ich auch den *Arragonit* vorgenommen. In dem von Neumärkl, der gerade als Arragonit höchst *charakterisirt* ist, habe ich bei den bisherigen analytischen Arbeiten *keinen Strontian* finden können. Ich stelle nun abgeänderte Versuche an.

Welche Gährung ist jetzt in der chemischen Welt! Die Wissenschaft wird immer schwieriger, je mehr sich Mathematik darin anwenden läfst, und das ist im Ganzen *recht gut*, sey es auch nur, damit nicht jeder, der etwas von Sauerstoff zu plaudern weiss, wähnt Chemiker zu seyn. In dem Streite über oxygenirte Salzsäure möchte ich mich bis weiter auf Berzelius Seite wenden. Sein Auffatz in Band 20 der Neuen Folge Ihrer Annalen ist gewiss *meisterhaft*. Gesetze lernen wir allerdings immer genauer kennen; aber das verborgene Wesen der Kräfte will sich immer nicht aufthun. Die electrisch-chemische Theorie ist doch nur *ein blosses Wort*, das nichts deutlicher macht, und blos an den allgemeinen Satz erinnert, dass

stärkere electrische Spannungs-Setzung in der Berührung, und stärkere chemische Wechselwirkung *gewöhnlich* parallel laufen. Wie aber die Electricitäten *hierbei* entstehn, was sie zu den Erscheinungen beitragen, u. s. f., darüber ist doch noch ein *tiefes Geheimniſs*. Eben so räthselhaft ist es, wie die Wärme wirkt, wie sie gesteigert nur noch innigere Verbindung von einem *a* und *b*, ohne daſs *etwas* ausgeschieden wird, bewirkt. Oder wird vielleicht doch etwas Imponderables ausgeschieden? — —

---

2) *Von Herrn Stadtrichter Hindersen zu Neustadt-Eberswalde.*

Neust. Ebersw. (in d. Mittelmark) 17. Dec. 1815.

Sie haben in dem Octoberstücke (B. 51, St. 1) der Annalen Ihren Lesern ein Gutachten des Hrn. Professor Bodde zu Münster über einen Blitzableiter mitgetheilt, welcher an einem Thurm zu Paderborn angebracht werden sollte. Dieses Gutachten war für mich nicht blos von dem allgemeinen, sondern auch noch von einem besondern Interesse. Nach meiner Angabe ist vor mehrern Jahren an dem hiesigen Kirchthurme ein Blitzableiter angelegt worden, welcher sich auf die bisher bekannte Theorie gründete, und den ich als höchst wahrscheinlich den Thurm sichernd empfohlen habe. Es ist mir mithin daran gelegen, daſs die Richtigkeit der bisherigen Theorie anerkannt und

wo möglich noch überzeugender dargethan werde; und in dieser Hinsicht bitte ich um die Erlaubniss, Ihren Lesern noch Folgendes als Zusatz zu der Nachschrift mitzutheilen, worin Sie die von jener abweichende Theorie meines Erachtens ganz treffend widerlegen.

Der Hr. Professor Bodde gründet seine Bedenklichkeiten gegen die bisher gewöhnliche Einrichtung der Blitzableiter besonders darauf, dass nach seiner Ansicht der Indifferenz-Punct für die Spannung, welche zwischen der Gewitterwolke und dem Erdboden obwaltet, sich in der Mitte zwischen der Oberfläche des Erdbodens und der Spitze des Blitzableiters befinde. Diese Ansicht scheint mir aber nicht die rechte zu seyn. Nicht blos die Oberfläche des Erdbodens, sondern auch alle auf dieser befindliche und mit ihr zusammenhängende Gegenstände sind in der Spannung befangen, und sie wird in demjenigen Puncte, welcher der Gewitterwolke am nächsten ist, concentrirt. Das bewiesen die Versuche mit der Kleistischen Flasche; wenn man den einen Knopf des Entladers an die äussere Belegung ansetzt und dann mit dem andern die Entladung an der Kugel der innern Belegung der Flasche bewirkt. Man hat daher den Indifferenzpunct für jene Spannung nicht da, wo Hr. Prof. Bodde ihn angiebt, sondern zwischen der Spitze des Auffängers am Ableiter und der Gewitterwolke zu suchen. Erfolgt eine Explosion der Wolke, oder ein Einschlagen

auf dieſen Gegenſtand, ſo wird in demſelben Augenblicke die Spannung aufgehoben, oder die von ihm ſogenannte Entzweiung ausgeglichen, und es kann dann von einem Indifferenzpuncte derſelben nicht weiter die Rede ſeyn, ſondern es kömmt blos noch darauf an, daſs der Blitzſtrahl auf eine dem Gebäude unſchädliche Art in den Erdboden abgeleitet werde. Dieſes geſchieht mit völliger Sicherheit durch eine feſt und ununterbrochen zuſammenhängende Leitung von Metall, auch wenn ſie nicht immer in lothrechter Richtung, ſondern nach Maaſsgabe der äuſsern Form des Gebäudes, mitunter ſeitwärts abweichend geführt werden muſs. Nur muſs dieſe Ableitung ſtark und ſtrengflüſſig genug ſeyn, um eine ſtarke electriſche Entladung, ohne geſchmolzen zu werden, durch ſich hindurch führen zu können. Deshalb habe ich bei dem hieſigen Blitzableiter an Statt eines bloſsen Kupferſtreifens oder Meſſingdraths, eiſerne Stangen von ungefähr 1¼ Zoll Breite und ¼ Zoll Dicke gewählt, welche feſt in einander geſchroben und zur Verminderung des Roſtens mit Oelfarbe angeſtrichen ſind.

Die Zuleiter, welche der Hr. Profeſſor Bodde räth, von dem Fundamente des Gebäudes ab, anzubringen, halte ich dieſem zu Folge für ganz überflüſſig, und es ſcheint mir ſelbſt, daſs ſie unter gewiſſen Umſtänden nachtheilig werden könnten. Man hat nämlich ſchon Fälle beobachtet, in welchen der Erdboden poſitiv und die Gewitterwolke

negativ-electrisch gewesen sind. In diesem Falle würde aber eine Explosion durch einen solchen unteren Zuleiter erleichtert und befördert werden, weil dadurch ein grösserer Andrang der positiven Electricität nach dem der Wolke am nächsten stehenden, folglich gefährlichsten Puncte bewirkt werden würde.

Sollte Hr. Prof. Bodde vielleicht durch die Erfahrungen, welche man am 11. Jan. 1815 zu Düsseldorf und Dortmund gemacht hat, zur Aufstellung seiner Theorie und zu seinen Einwendungen gegen die bisherige Einrichtung der Blitzableiter veranlasst worden seyn, so muss ich bemerken, dass in diesen beiden Fällen der Fehler nicht in der bisherigen Theorie, sondern, wie es mir scheint, darin lag; dass man die Kirchendächer, oder wenigstens ganze Theile derselben, welche mit Metallplatten bedeckt waren, mit der Ableitungsstange in Verbindung zu bringen genöthigt gewesen war, und dass man diese Bedachungen nicht überall fest genug in sich verbunden hatte, so dass sich Zwischenräume in ihr fanden, welche ein örtliches Ueberspringen und folglich ein Explodiren und Zünden veranlassten. Ich halte solche Metalldächer auch bei übrigens ganz richtig angelegten Blitzableitern allerdings für gefährlich, weil man sich auf ihrem beständigen, vollkommnen und ganz ununterbrochnen Zusammenhang nicht immer verlassen kann. Es entstehn leicht kleine Zwischenräume, und da beim Einschlagen der Blitz natürlich auf die ganze Metallfläche verbreitet wird, so geben diese sehr leicht zu örtlichen Explosionen und folglich zum Zünden Gelegenheit. — —

VII.

Einige Notizen.

Sir Humphry Davy ist von seiner wissenschaftlichen Reise auf dem festen Lande glücklich nach England zurückgekehrt, und hat am 4. Mai 1815 in der königl. Societät zu London einen interessanten Aufsatz über die überoxydirt-salzsauren Salze vorgelesen, und über das, was Hr. Gay-Lussac Chlorin-Säure nennt.

„Mit aufrichtigem Bedauern zeigen wir den Tod William Nicholson's an, des vieljährigen Herausgebers des *Journal of natural philosophy, chemistry and the arts.* Er starb in seinem Hause zu London am 21. Mai 1815 nach einer langwierigen und schmerzhaften Krankheit. Wir besitzen von ihm mehrere gehaltvolle Werke in verschiednen Theilen der Wissenschaften und der Naturlehre. Bei seinen bekannten Talenten und seiner genauen Bekanntschaft mit allem, was mit diesen Gegenständen zusammenhängt, war Er es mehrentheils, den man über die Ausführbarkeit und das Einzelne neuer wissenschaftlicher oder physikalischer Werke zu Rathe zog, zum größten Vortheil derer, die sie in der Idee oder schon ausgeführt hatten.“ [Seit dem Anfang der Annalen habe ich aus diesem vortrefflichen physikalisch-technischen Journale viel Belehrendes entlehnt; mit Leidwesen sah ich es verdrängen; es zu übertreffen, oder demselben auch nur gleich zu kommen, ist nicht leicht. An dem in England so allgemeinen Verbreiten des Sinns für Naturkenntniss haben die eben so lichtvollen als gründlichen Schriften Nicholson's nicht wenig Antheil. G.]

„Der berühmte Guyton de Morveau, Mitglied des französischen Instituts, ein Hauptgründer der neuen Chemie, ist zu Paris am 2. Januar 1816 in seinem 80sten Jahre gestorben.“

Taf. VI.

August Brückner del. et sc. 1815.

Gilb. N. Ann. d. Phys. 21r B. 4tes St.



